



universidade
de aveiro

Bobinas de Helmholtz

Mecânica e Campo Electromagnético - 2020/21
Relatório Laboratorial Nº2, Grupo G79 - PL1

João Pedro Nunes Vieira, 50458
(joaopvieira@ua.pt)

Diogo Ferreira Gonçalves, 98368
(diogoferreiragoncalves@ua.pt)

Guilherme Mendonça Claro, 98432
(gui@ua.pt)

Resumo

Esta atividade laboratorial foi dividida em duas partes, cada uma com objetivos individuais.

O objetivo da primeira parte é calibrar uma sonda de efeito de Hall recorrendo a um solenoide padrão por forma a descobrir a constante de proporcionalidade que relaciona o campo magnético e a diferença de potencial.

Na segunda temos três objetivos diferentes:

1. Medir o campo magnético ao longo do eixo de duas bobinas.
2. Estabelecer a configuração de Helmholtz e medir o campo magnético ao longo do eixo das mesmas bobinas
3. Verificar o princípio da sobreposição.

Em suma, pretende-se verificar as características físicas do campo electromagnético ao longo do eixo central das bobinas de Helmholtz e verificar o princípio da sobreposição. Observou-se que o campo magnético era máximo no seu centro das bobinas e diminuía à medida que a distância ao centro aumentava.

Na acopulação das bobinas em série, verificou-se o mesmo resultado, demonstrando assim o princípio de sobreposição.

Introdução:

Um solenóide é constituído por um fio condutor enrolado em espiral, cujos anéis são idênticos do ponto de vista físico, colocados lado a lado e percorridos pela mesma corrente. Um solenóide é considerado **padrão** se cumprir as seguintes condições:

1. É conhecido o número de espiras por unidade de comprimento;
2. Tendo o solenóide dimensões finitas, o seu comprimento é muito superior à medida do raio.

Assim é possível utilizar a fórmula de campo magnético de um solenóide infinito que é dado por:

$$B = \mu * (N/l) * I(T)$$

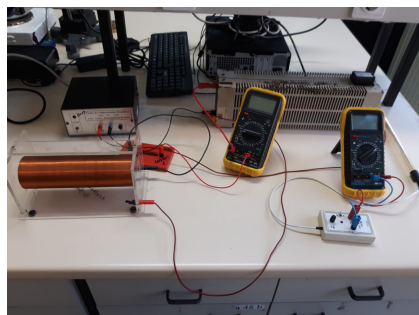
As bobinas de Helmholtz, são um outro dispositivo que, sendo constituído por duas bobinas similares com aneis de corrente, permite criar um campo magnético mais uniforme do que o campo constituído por apenas uma bobina.

Esta característica é resultante quando as bobinas são, idênticas (mesmo raio e número de espiras), co-axiais, e estejam situadas entre si a uma distância igual ao seu raio, sendo a expressão usada para o calculo do campo magnético associado a seguinte: $B(x) = (\mu/2) * (I * R^2)/(R^2 + (R/2)^2)^{3/2}$

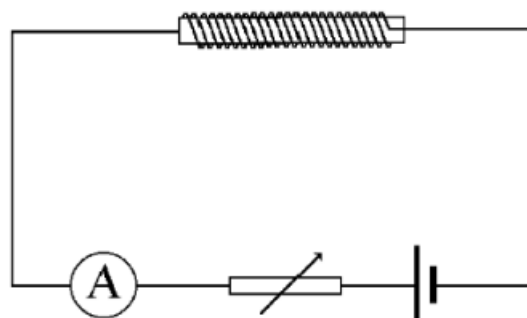
Procedimento experimental

Parte A: Calibração da sonda de Hall

Montou-se o circuito da Figura 2 para executar a calibrar a sonda de Hall:



(a)



(b)

Figura 1: (a) Circuito real montado ; (b) Diagrama do circuito real montado

Nota: Fechando o circuito, ligamos o terminal da sonda à entrada do amplificador e um voltímetro à saída do amplificador, sendo necessário anular a tensão residual no potenciômetro.

Colocando a sonda no interior do solenóide, à medida que aumentamos o valor da corrente elétrica, registámos o valor apresentado no voltímetro (Vh) *documento Excel*, conseguindo assim obter o campo magnético do solenoide e a sua representação gráfica, calculando assim a constante de calibração (Cc).

Parte B: Verificação do princípio de sobreposição para o campo magnético

No início colocamos duas bobinas numa disposição simétrica de acordo com a configuração de Helmholtz, tal como ilustrado na imagem seguinte.

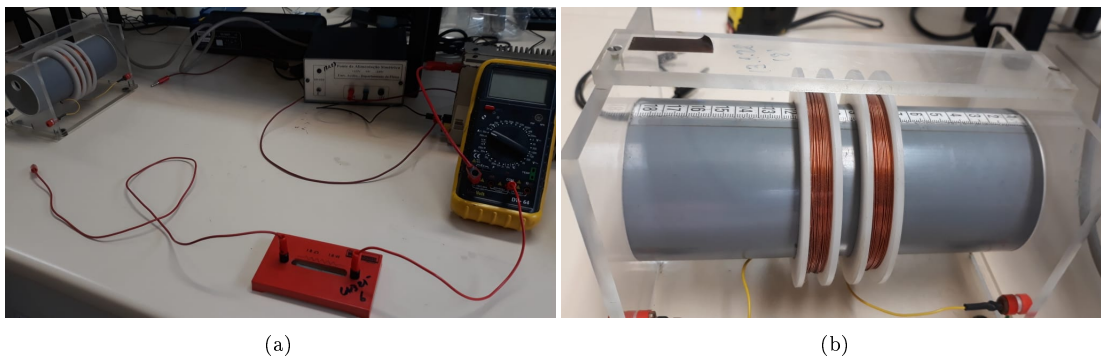


Figura 2: (a) Circuito (aberto) real utilizado ; (b) Bobinas de Helmholtz

Nota: Esta disposição deve-se manter no resto do procedimento

Construímos um circuito em série com uma fonte de 15V, uma das bobinas, o reóstato e um amperímetro parecido ao usado na parte A. A intensidade da corrente deve ser igual a 0,5A. Com a sonda de Hall determinamos o campo eletromagnético criado pela bobina e registámos (*usando um documento Excel*) os valores da posição e da tensão de hall. Anotamos a tensão aplicada à bobina para cada posição e realizamos o mesmo processo com a outra bobina. Por último, ligámos as duas bobinas em série, e utilizando a sonda de Hall, medimos o campo eletromagnético criado pelas 2 bobinas, registando novamente cada conjunto de valores (posição e tensão de Hall).

Análise de Resultados

Gráfico de Calibração da Sonda

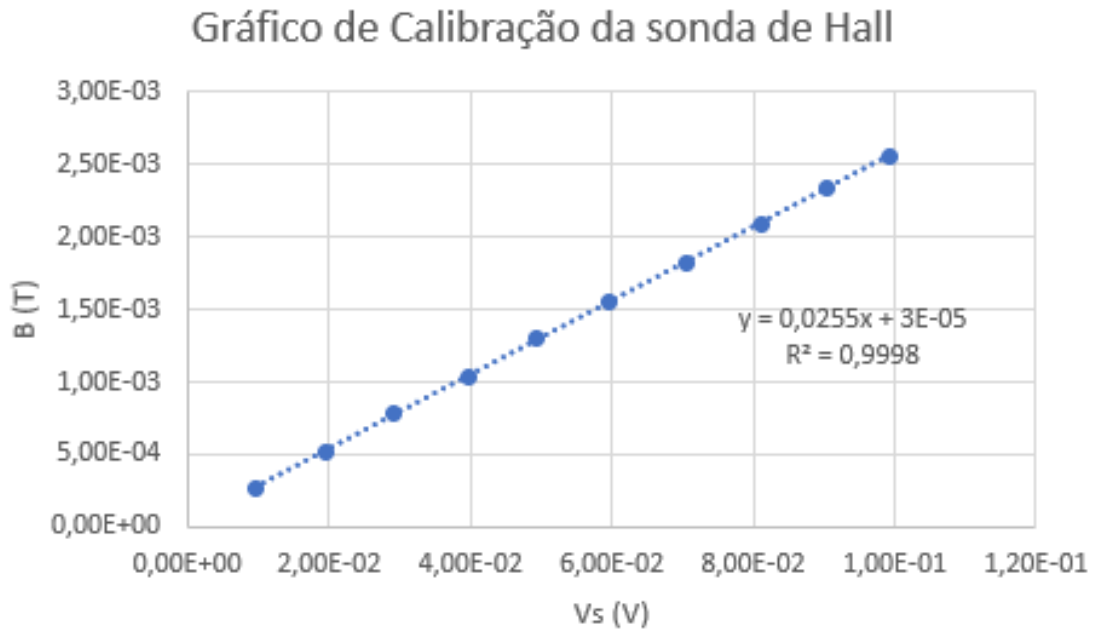


Figura 3: Gráfico de calibração da sonda

A partir da equação da linearização do gráfico, temos:

$$y = 2,55 * 10^{-2} * x + 3 * 10^{-5} \Leftrightarrow B = 2,55 * 10^{-2} * V_s + 3 * 10^{-5} \quad (1)$$

Podemos assim determinar que a constante de proporcionalidade é:

$$C_c = 2,55 * 10^{-2} \quad (2)$$

Aplicando o método dos mínimos quadrados temos que a incerteza é:

$$\Delta C_c = |C_c| * \sqrt{((1/r^2) - 1)/n - 2} = |2,55 * 10^{-2}| * \sqrt{((1/0,9998^2) - 1)/10 - 2} \quad (3)$$

Conclui-se então que:

$$C_c = 2,55 * 10^{-2} \pm \quad (4)$$

Representação gráfica da variação do campo magnético

No decorrer da experiência, procedeu-se à variação do campo magnético das bobinas 1 e 2, obtendo assim os seguintes gráficos que apresentam os resultados obtidos:

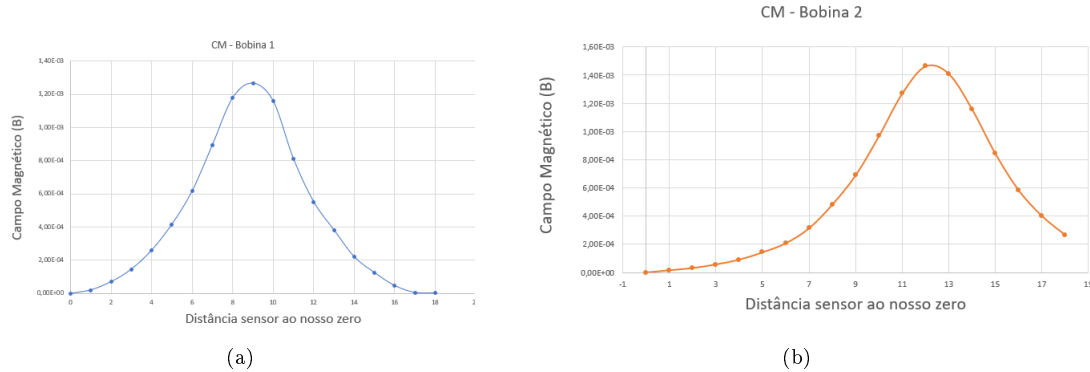


Figura 4: (a) Gráfico de Campo Magnético das Bobinas 1 ; (b) Gráfico de Campo Magnético das Bobinas 2

Princípio de Sobreposição

Considerando o mesmo sentido de corrente, a soma dos gráficos obtidos individualmente para as bobinas 1 e 2, resulta num gráfico semelhante ao obtido quando ambas se encontravam em funcionamento simultâneo (com o mesmo sentido de corrente).

A partir desta análise, é possível comprovar que se aplica o princípio de sobreposição, como podemos verificar nos seguintes gráficos:

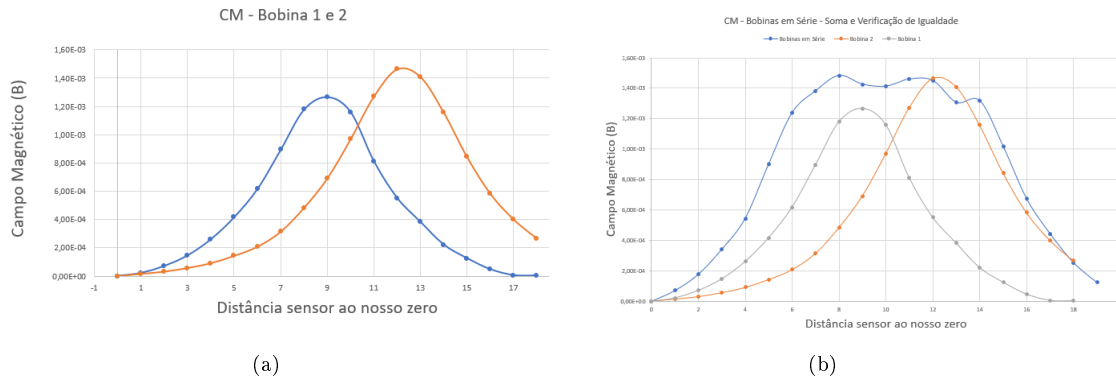


Figura 5: (a) Gráfico de Campo Magnético das Bobinas 1 e 2 ; (b) Gráfico do Princípio da Sobreposição

Estimativa do número de espiras de uma bobina de Helmholtz

$$B(x) = (\mu/2) * (I * R^2)/(R^2 + (R/2)^2)^{3/2} \quad (5)$$

$$N = (1,40 * 10^{-3} / 5.96 * 10^{-6}) / 2 = 123 \quad (6)$$

, N^o de espiras

Conclusão:

Entre os valores experimentais e os esperados, é possível considerar que ocorreram algumas diferenças, nomeadamente na representação **Gráfica do Principio de Sobreposição (Figura 5b)**. Podemos constatar que esta representação não é muito fluida, influenciada pelo número de medições que executamos no decorrer da experiencia.

Contudo, foi possível verificar que o campo magnético era máximo no seu centro das bobinas e diminuía à medida que a distância ao centro aumentava e demonstrar o princípio de sobreposição.

Para o melhorar a experiencia, consideramos relevantes as seguintes alterações futuras:

- A sonda utilizada para medição do campo não tinha um suporte que a mantivesse fixa num único local, podendo influenciar valores já que constatámos que um simples movimento brusco na mesa influenciava ligeiramente os valores obtidos;

Bibliografia

- [1] *Guião Trabalho 2.1.: Bobinas de Helmholtz*. Departamento de Física, MCE, Universidade de Aveiro, 2020/21.