

Bobinas de Helmholtz

Eduardo Parducci - 170272
Lucas Koiti Geminiani Tamanaha - 182579
Rodrigo Seiji Piubeli Hirao - 186837
Tanus Vaz Szabo - 187308

20 de Junho de 2017

Conteúdo

1	Resumo	3
2	Objetivo	3
3	Metodologia	3
3.1	Material Utilizado	3
3.2	Procedimento	4
3.3	Preparo do ambiente	4
3.4	Medidas	4
3.5	Cálculo	4
4	Resultados	5
5	Análise de Dados	6
6	Discussão	7
7	Conclusão	8
8	Adendo	8

1 Resumo

No relatório a seguir será mostrado como descobrir o campo magnético da Terra a partir de um ímã e de uma bobina de Helmholtz.

Será explicado da seção 6 (Discussão) que o valor encontrado se difere do esperado e que isso se deve principalmente a desconsideração de erros devido às medidas.

Os valores encontrados foram:

$$m_I = (2,92 \pm 0,01) \times 10^{-7} \text{kgm}^2$$

$$\mu = (2,43 \pm 0,01) \times 10^{-1} \text{Am}^2$$

$$B_{Terra} = (1,44 \pm 0,07) \times 10^{-5} \text{T}$$

Sendo B_{Terra} o campo magnético da terra no ponto, μ o momento de dipolo magnético do ímã e m_I o momento de inércia do ímã. Enquanto o valor esperado era:

$$B_{Terra} = 2,3 \times 10^{-5} \text{T}$$

2 Objetivo

O experimento "Bobinas de Helmholtz" teve como objetivo medir a componente horizontal do campo magnético terrestre e o momento de dipolo magnético de um ímã, a partir de oscilações causadas pelo ímã dentro de um campo magnético linear (causado por uma Bobina de Helmholtz adicionado ao campo da Terra).

3 Metodologia

3.1 Material Utilizado

1 Bobina de Helmholtz

n 140 espiras

D 22,3cm

d 20,2cm

l 1,13cm

L 10,26cm

1 Bússola

1 Ímã permanente cilíndrico

D 0,6cm

l 2,53cm

m 5,1616g

1 Multímetro

1 Resistor de potência

1 Fonte de alimentação

1 Cronômetro

6 Fios de ligação

3.2 Procedimento

3.3 Preparo do ambiente

Primeiro deve-se alinhar a Bobina ao campo magnético da terra, com ajuda da bússola. E montar o circuito:

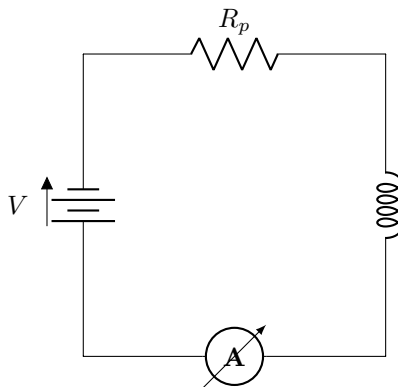


Figura 1: Circuito ligado à bobina

3.4 Medidas

Primeiro foram medidas as dimensões das bobinas e do ímã.

Deixou-se o ímã oscilando dentro do campo linear criado pela bobina, assim medindo seu período de oscilação.

Foram feitas as medidas de 50 oscilações por vez em 10 correntes diferentes (variando de 20 a 200mA)

3.5 Cálculo

Foi usado a equação:

$$f^2 = \frac{\mu}{4\pi^2 m_I} \left[\left(\frac{8\mu_0 N}{5^{\frac{3}{2}}} \right) I \pm B_{Terra} \right]$$

Liearizado para o cálculo da componente horizontal do campo magnético terrestre e o momento de dipolo magnético do ímã.

4 Resultados

Os períodos retirados da oscilação do ímã foram:

$i[mA]$	$\sigma_i[mA]$	$T[s]$	$\sigma_T[s]$
200	2	2.26	$1 \cdot 10^{-3}$
400	2	1.21	$1 \cdot 10^{-3}$
600	2	0.92	$1 \cdot 10^{-3}$
800	2	0.78	$1 \cdot 10^{-3}$
1,000	2	0.69	$1 \cdot 10^{-3}$
1,200	2	0.62	$1 \cdot 10^{-3}$
1,400	2	0.56	$1 \cdot 10^{-3}$
1,600	2	0.53	$1 \cdot 10^{-3}$
1,800	2	0.49	$1 \cdot 10^{-3}$
2,000	2	0.46	$1 \cdot 10^{-3}$

Figura 2: Tabela de períodos de oscilações do ímã em função da corrente

Assim gerando o gráfico de função:

$$f^2 = 24.6i - 0.3$$

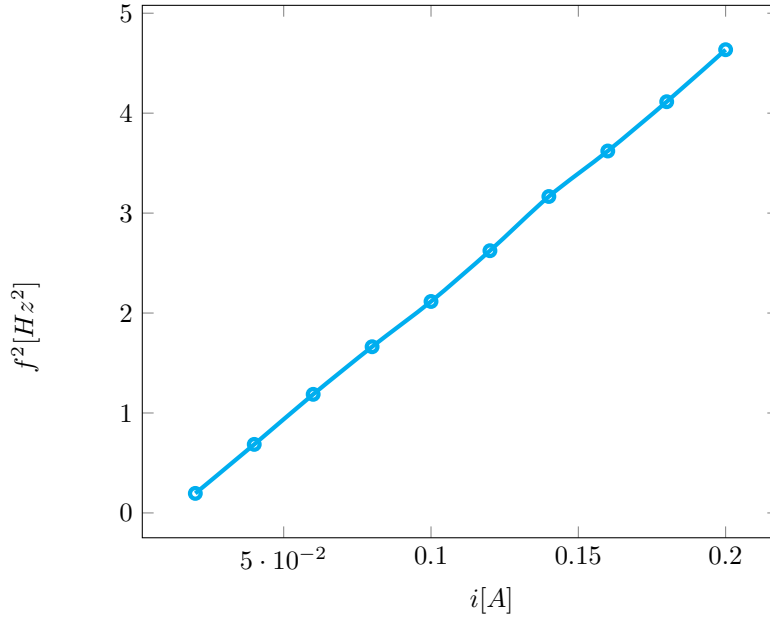


Figura 3: Gráfico do quadrado da frequência das oscilações em função da corrente

5 Análise de Dados

Após a medida dos dados foi utilizado a equação:

$$m_I = m \left(\frac{r^2}{4} + \frac{L^2}{12} \right)$$

Propagando:

$$\sigma_{m_I} = \sqrt{\left(\frac{r^2}{4} + \frac{L^2}{12} \right)^2 \sigma_m^2 + \left(m \left(\frac{r^2}{4} + \frac{L^2}{12} \right) \right)^2 \sigma_r^2 + \left(m \left(\frac{r^2}{4} + \frac{L^2}{12} \right) \right)^2 \sigma_L^2 +}$$

Para descobrir o momento de inércia do ímã, e a equação:

$$B_{Helmholtz} = \frac{8\mu_0 I N}{5^{\frac{3}{2}} R}$$

adaptada para:

$$f^2 = \frac{\mu}{4\pi^2 m_I} \left[\left(\frac{8\mu_0 N}{5^{\frac{3}{2}} R} \right) I \pm B_{Terra} \right]$$

Para descobrirmos que o coeficiente angular é:

$$a = \frac{2\mu\mu_0 N}{5^{\frac{3}{2}}\pi^2 m_I}$$

$$\mu = \frac{5^{\frac{3}{2}} R a \pi^2 m_I}{2\mu_0 N}$$

Propagando:

$$\sigma_\mu = \sqrt{\left(\frac{5^{\frac{3}{2}} R \pi^2 m_I}{2\mu_0 N}\right)^2 \sigma_a^2 + \left(\frac{5^{\frac{3}{2}} R \pi^2 a}{2\mu_0 N}\right)^2 \sigma_{m_I}^2 + \left(\frac{5^{\frac{3}{2}} \pi^2 a m_I}{2\mu_0 N}\right)^2 \sigma_R^2}$$

E o coeficiente linear é:

$$b = \pm \frac{\mu B_{Terra}}{4\pi^2 m_I}$$

$$B_{Terra} = \frac{|b| 4\pi^2 m_I}{\mu}$$

Propagando:

$$\sigma_{B_{Terra}} = \sqrt{\left(\frac{|b| 4\pi^2 m_I}{b\mu}\right)^2 \sigma_b^2 + \left(\frac{|b| 4\pi^2}{\mu}\right)^2 \sigma_{m_I}^2 + \left(-\frac{|b| 4\pi^2 m_I}{\mu^2}\right)^2 \sigma_\mu^2}$$

Assim conseguindo:

$$m_I = (2,92 \pm 0,01) \times 10^{-7} kg m^2$$

$$\mu = (2,43 \pm 0,01) \times 10^{-1} Am^2$$

$$B_{Terra} = (1,44 \pm 0,07) \times 10^{-5} T$$

6 Discussão

Os resultados obtidos apresentam notáveis diferenças daqueles esperados, dessa forma, pode-se apontar alguns motivos experimentais para isso. O momento magnético do ímã ($\mu = 0,24 \pm 0,03 Am^2$) apresentou-se perto, porém pouco conclusivo. O campo magnético da terra esperado é de $2 \times 10^{-5} T$, no entanto, foi determinado como $(1,44 \pm 0,07) \times 10^{-5} T$, mesmo ambos os valores tendo ordem de grandeza iguais, não pode-se confirmar que o resultado foi convincente, pois o erro não abrange o teórico, e essa diferença para campo magnético representa uma variação geográfica muito grande. Esse resultado pode ser causado pelas dificuldades ao realizar o experimento, tais como alinhar as bobinas ao campo da Terra, observar as variações de ângulo e assim o seu erro, o qual influenciava significativamente no resultado, tanto como a frequência das oscilações que foram medidas manualmente com um cronômetro.

7 Conclusão

Ao comparar o valor obtido do campo magnético da Terra B_{Terra} obtidos pelo gráfico $[f^2 \times I]$ com o esperado pela teoria, vimos que os valores se distinguem, tal fato pode ter sido dado pelo fato da interferência de um campo magnético gerado pela corrente elétrica que passavam nos equipamentos utilizados no experimento (multímetro, fonte de tensão, os cabos que conectam os equipamentos à rede elétrica) no da Terra e da espira. Tal campo era visível quando, ao tentar encontrar o pólo norte geográfico para o alinhamento das espiras, ocorrem interferências na agulha da bússola, mostrando que havia um campo magnético além do terrestre. Dessa forma, pode-se concluir que o experimento não foi conclusivo o bastante, pois essa pequena diferença entre o campo magnético da Terra esperado e o experimental, representa uma variação geográfica no globo muito grande, na escala de diferença de país em que ocorreu.

8 Adendo

Otra forma de encontrar um valor para o campo magnético local, usamos uma bússola e as espiras, encontrando assim o campo

$$B_{Terra} = (1,8820,004) \times 10^{-5}T$$

Este valor foi encontrado colocando deixando as espiras perpendiculares ao campo magnético terrestre, a bússola no centro das espiras, desta forma a bússola apontaria para o campo magnético resultante do campo terrestre e das espiras. Portanto, variamos a corrente do circuito até obter uma mudança na bússola de 45° , dado que inicialmente não havia corrente nas espiras e, portanto, só havia atuação do campo terrestre. Sendo a bússola variada em 45° , temos que o campo criado pelas espiras é igual ao campo terrestre. Portanto:

$$B_{Terra} = B_{Helmholtz} = \frac{8\mu_0 IN}{5^{\frac{3}{2}}R}$$

Mas, esse valor encontrado pode ter uma incerteza maior do que a calculada, devido ao atrito da agulha da bússola com sua armação, ocorrendo uma incerteza no valor do ângulo na bússola, que acarreta uma incerteza à igualdade entre o campo da espira e terrestre.

“A equipe declara que este relatório que está sendo entregue foi escrito por ela e que os resultados apresentados foram medidos por ela durante as aulas de F 329 no 1º S/2017. Declara ainda que o relatório contém um texto original que não foi submetido anteriormente em nenhuma disciplina dentro ou fora da Unicamp.”