

Campo magnético terrestre componente horizontal no ES.

- 1 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. Gabriel.viana@edu.ufes.br
- 2 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. juliana.bibiano@edu.ufes.br
- 3 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. Suelen-berndt@hotmail.com
- 4 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. luan.v.santos@edu.ufes.br
- 5 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. matheus.farias@edu.ufes.br
- 6 - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. thiago.m.coelho@edu.ufes.br

Resumo:

Neste artigo, o objetivo foi de aplicar experimentalmente a retificação de onda, afim de produzir corrente contínua a partir de uma tensão alternada, e calcular o componente magnético da terra. Para isso, utilizou-se uma bobina com duas espiras e uma fonte de corrente contínua, conectou-se a entrada da bobina em série com as resistências e o amperímetro. Usou-se 5 resistores, para produzir 5 correntes na escala de $(10A^-)$, com diferentes divisões. Colocou-se a bússola sobre o centro de uma das bobinas, deixando a agulha da bússola apontar para o norte geográfico, colocando a espira de um jeito que o campo magnético produzido por essa, fosse perpendicular ao campo magnético da Terra. Ligou-se a fonte de tensão, medindo-a para diferentes conexões nas resistências, e cada divisão era transformada em graus, e para cada corrente produzia-se um ângulo de deflexão. Durante o experimento, nota-se que conforme a resistência diminuí aumenta-se a corrente.

Palavras-Chave: Retificação de onda, corrente contínua, tensão alternada, campo magnético.

Abstract: *In this article, the objective is to experimentally apply wave rectification to produce direct current from an alternating voltage, and calculate the magnetic component of the earth. For this, a coil with two turns and a source of direct current was used, connected to a coil input in series with resistances and ammeter. 5 resistors were used, to produce 5 currents with different divisions, place the compass over the center of one of the coils, letting a compass needle point to geographic north, placing the loop in a way that the magnetic field produced by this one was perpendicular to the Earth's magnetic field. The voltage source was turned on, measuring it for different values in the resistances, and each division was transformed into degrees, and for each current a deflection angle was produced. During the experiment, note that as resistance decreases, current increases.*

Keywords: *wave rectification, direct current, alternating voltage, magnetic field.*

1. Introdução

A Terra possui um campo magnético que é produzido no interior do planeta por um mecanismo não muito conhecido. Na superfície terrestre, pode-se observar este campo com o auxílio de uma bússola, constituída por um ímã fino em forma de barra montado em um eixo de baixo atrito. Esse ímã em forma de barra, ou agulha, aponta aproximadamente na direção norte-sul porque o polo norte do ímã é atraído para um ponto situado nas proximidades do polo geográfico norte. Isso significa que o polo sul do campo magnético da Terra está situado nas proximidades do polo geográfico norte. Assim, o correto seria chamarmos o polo magnético mais próximo do polo geográfico norte de polo magnético sul. Entretanto, por causa da proximidade com o polo geográfico norte, esse polo costuma ser chamado de polo geomagnético norte. Medidas mais precisas revelam que, no Hemisfério Norte, as linhas do campo magnético da Terra apontam para baixo, na direção do polo geomagnético norte enquanto no Hemisfério Sul apontam para cima, na direção oposta à do polo geomagnético sul, situado nas proximidades do polo geográfico, (HALLIDAY, 1996). Como mostra a figura 1 abaixo.

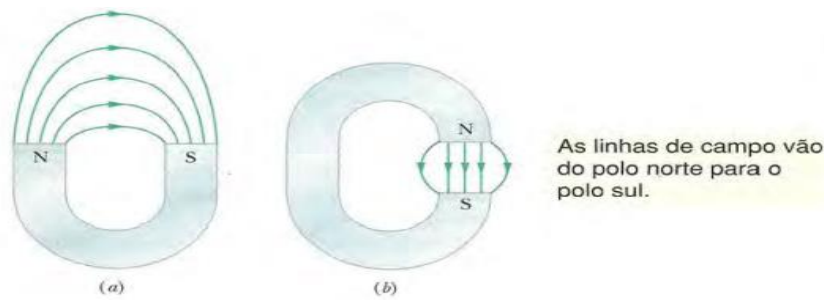


Figura 1: (a) Ímã em forma de ferradura e (b) ímã em forma de C. (Apenas algumas linhas de campo externas foram desenhadas.)

Fonte: (HALLIDAY, 1996)

Sabe-se que o Sol é a estrela do nosso sistema solar, temos também que ele emite milhões de partículas por segundo para todas as direções do espaço. Percebemos essas radiações eletromagnéticas, também chamadas de ventos solares, em forma de calor e luz. Devido à proteção imposta pelo campo magnético terrestre, a quantidade de radiação que atinge a Terra é pequena. O campo magnético da Terra interage com a radiação eletromagnética, fazendo com que elas **sejam freadas** e também faz com que se desviem de sua trajetória inicial. É por isso que podemos dizer que a Terra é como um grande ímã. Observa-se que a agulha da bússola é orientada no sentido do campo magnético da Terra, e esse é gerado pela combinação de movimentos de rotação e convecção do núcleo fluido da Terra. (D.YOUNG e A.FREEDMAN, 2009)

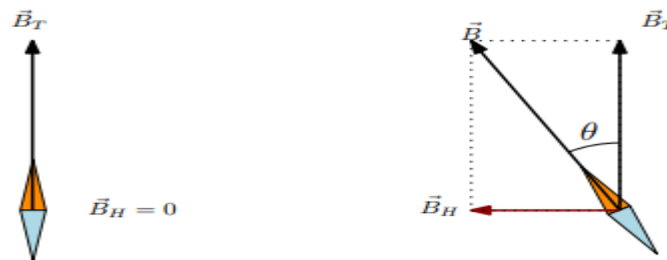


Figura 2: Orientação dos vetores de campo e o alinhamento agulha da bússola

Fonte: UFOP

Tem-se que as linhas de campo são orientadas como a de um dipolo magnético como exemplificada na Figura 3, isto significa, que o polo norte para o polo sul magnético, temos assim que o polo norte da Terra se aproxima ao polo sul magnético da Terra, como o eixo geográfico do planeta é parcialmente inclinado, tem-se que a agulha da bússola se alinha com a componente horizontal (BT) do vetor campo magnético da Terra.

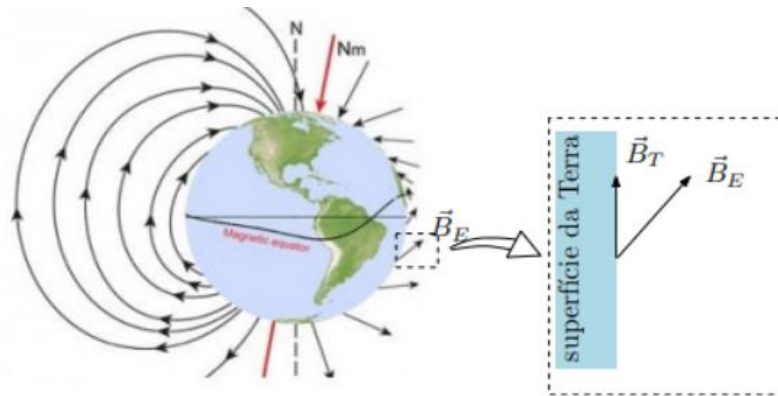


Figura 3: Linhas de campo magnético da Terra
Fonte: UFOP

Uma maneira simples da obtenção da componente horizontal do campo magnético da Terra (B_T), consiste na aplicação de um campo magnético externo (B_{ext}) perpendicular a B_T e a observação da deflexão de uma bússola, que aponta na direção do campo resultante (**BRES**) entre os campos B_T e B_{ext} . Para a obtenção desse campo externo, faz-se uma corrente i percorrer um enrolamento com N espiras de raio R . Sendo que, de acordo com a Lei de Bio Savart, o campo magnético externo desse enrolamento pode ser dado pela equação 1:

$$B_{ext} = \frac{\mu}{2R} \cdot Ni \quad (1)$$

2. Materiais e métodos

Relatou-se o experimento, a partir da análise experimental realizada a distancia na universidade federal do Espírito Santo-UFES, pelo professor Paulo Sergio Moscon, que nos disponibilizou seu experimento via video no classrom. Utilizou-se materiais que encontravam-se previamente montados. Como uma fonte que retifica a tensão, constituída por cinco bloquinhos brancos (resistores), utilizando-se de uma corrente alternada, que vem de um transformador, ligadas **por fii**, a ponte de diodo+ o capacitor, onde transformou-se a corrente alternada em corrente continua. Como mostra a figura 4 abaixo.

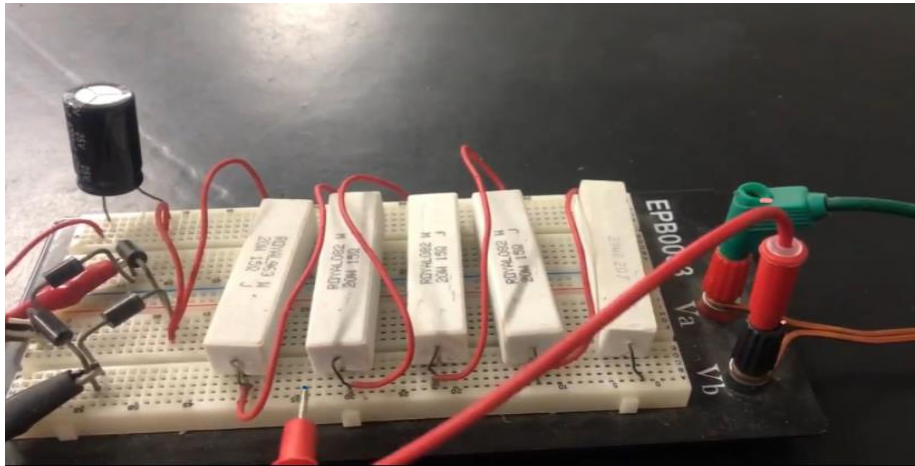


Figura 4 – fonte onde usa-se uma corrente alternada, vinda de um transformador, ponte de diodo mais capacitor, que transforma a corrente alternada para corrente contínua.

Fonte: pdf gerado a partir do experimento do professor.

Utilizou-se essa corrente continua na escala de $(10A^-)$, pois é necessário ter uma amperagem alta para produzir um campo significativo), transmitindo-se através de um **fiu** vermelho, passando por um resistor, depois passa-se por outro até passar pelos 5 resistores. Em **sequencia**, passou-se pelo Multímetro, mediu-se a corrente, onde essa, sai pelo **fiu** verde, e vai para o rolamento de **fiu, deu** duas voltas, e voltou para o circuito. e em seguida vai para a fonte novamente e fecha. Como mostra na figura 5.

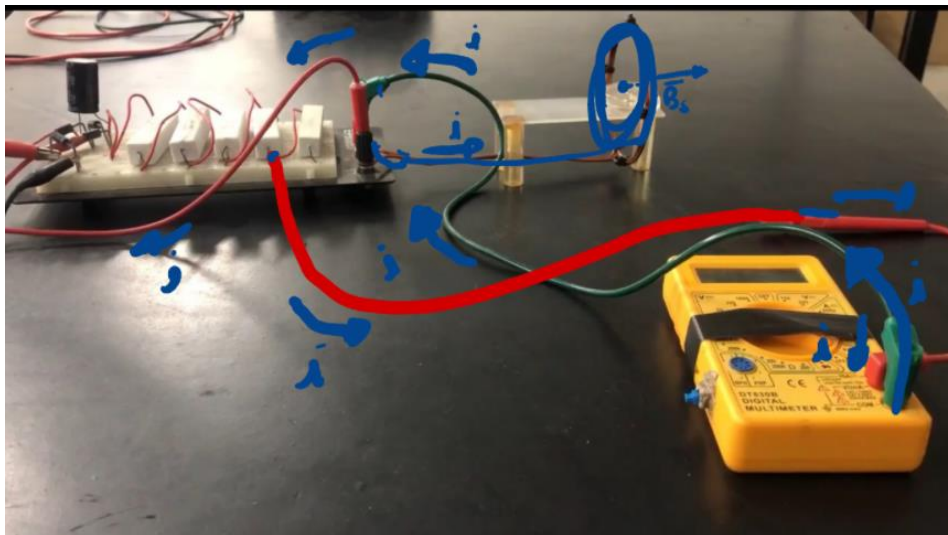


Figura 5 –Materiais e ordem do experimento; **a)** fonte com 5 resistores; **b)** Multímetro onde mediu-se a corrente e rolamento de fiu com a **d)** bussola acoplada no centro da **e)** placa.

Fonte: pdf gerado a partir do experimento do professor.

Manteve-se a ponta do fio vermelho solta, porque se aplicasse essa ponta no ultimo resistor, a Resistencia seria a soma dessas 5, pois estava ligado em série, onde a corrente tende a ser menor. Se, coloca-se a ponta no fio no quarto resistor deixando-se o ultimo de fora, ficaria apenas com 4. Logo, a Resistencia diminuiria e por conseguinte, a corrente ficaria um pouco maior. No terceiro resistor aumenta-se a corrente, no segundo aumenta mais, e assim sucessivamente.

Colocou-se a bússola sobre o centro de uma das bobinas e a agulha da bússola foi apontada para o norte geográfico. A espira foi orientada de um jeito em que o campo magnético produzido por esta (BEXT) fosse perpendicular ao campo magnético da Terra.

E por fim, ligou-se a fonte de tensão e mediu-se, para diferentes conexões na resistência da fonte, diferentes ângulos de deflexão ϕ .

3. Resultados e discussões

Como utilizou-se uma corrente continua na escala de ($10A^-$, obteve-se uma amperagem alta, e produziu-se um campo significativo). Medindo-se a corrente no multímetro, analisou-se o comportamento da orientação da bússola, onde ocorreu-se, devido a influencia de um campo magnético que foi gerado pela bobina que era constituída por duas espiras, e raio $R = 3,1$ cm com incerteza de $\Delta R = 0,05$ cm.

Dados obtidos através do experimento sobre o campo magnético da Terra.

Tabela 1: Número de espiras na bobina

Número de espiras(N) = $2,00 \pm 0,05$
--

Tabela 2: A medida do raio foi disponibilizada pelo professor.

R _{médio} (cm)	3,1
incerteza $\pm \Delta R$ (cm)	0,05

R_{médio}(cm)=3,1 com incerteza $\pm \Delta R$ (cm)=0,05, é o menor valor da régua graduada que utiliza-se para medir o diâmetro da bobina (1 mm) dividido por dois, que é igual a 0,5 mm ou 0,05 cm.

Logo, tem-se que;

$$R_m = (3, 1 \pm 0, 05) \text{ cm}$$

$$R_m = 3, \frac{1}{100}$$

$$R_m = 0,031$$

Devido a diferentes campos magnéticos gerados pela passagem da corrente na bobina, observou-se que a bússola adotava diferentes orientações.

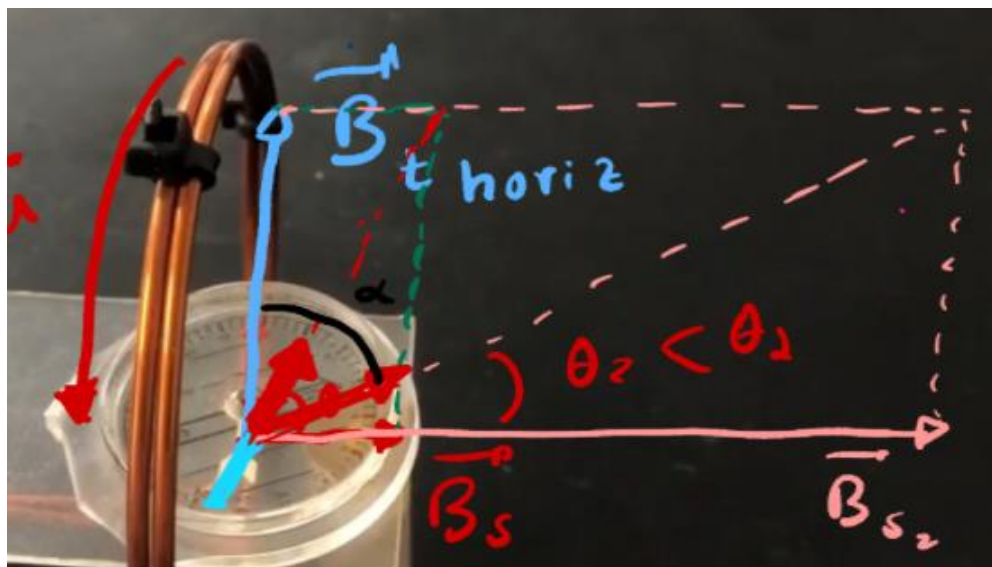


Figura 6 Campo magnético perpendicular ao da terra gerado através do rolamento de fio (bobina) demonstrada em gráfico, onde pode-se notar a angulação feita pelo campo magnético da bobina.

Fonte: pdf gerado a partir do experimento do professor.

Calculou-se o campo da bobina através da equção (2), onde o campo está em função do número de espiras $n = 2$, permissividade magnética $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m/A}$, da corrente i (medidas no multímetro), e do raio da bobina $r = 3,1$.

$$B_B = \frac{n\mu_0 i}{2r} \quad (2)$$

Mediu-se as correntes e os ângulos ,onde obteve-se diferentes valores,tanto das correntes,quanto dos ângulos que eram calculados aferindo o número de divisões entre o ponteiro da bússola e o seu zero, sendo estas divisões ,onde as correntes que geravam o campo magnético na bobina.

A partir dessas análises construiu-se a tabela 3 a seguir:

Tabela 3 — Valores medidos de ângulo de deflexão em função da corrente nas espiras.

Divisões na Bussola	Φ (o)	$\Delta\Phi$	i (A)	Δi (A)	$\text{tg}(\Phi)$	$\Delta\text{tg}(\Phi)$
------------------------	------------	--------------	---------	----------------	-------------------	-------------------------

				10A		
4	23°	3°	0,34	0,004	0,41	0,0001
5	28°	3°	0,38	0,004	0,53	0,0001
6	34°	3°	0,49	0,006	0,67	0,0001
8	39°	3°	0,70	0,008	0,82	0,0002
10	56°	3°	1,21	0,01	1,50	0,0004

A escala do multímetro, na faixa utilizada no experimento, foi de 10A.

Tem-se que o ângulo θ medido, da figura 3, tem a seguinte relação:

$$\tan \theta = \frac{B_B}{B_t} \quad (3)$$

$$\text{Logo, } B_{ext} = \frac{\mu_0 \times N \times i}{(2 \times R)} \quad (4)$$

Substituindo (3) em (4) tem-se que:

$$\tan \theta = \frac{\mu_0 \times N \times i}{(2 \times R \times B_H T)} \quad (5)$$

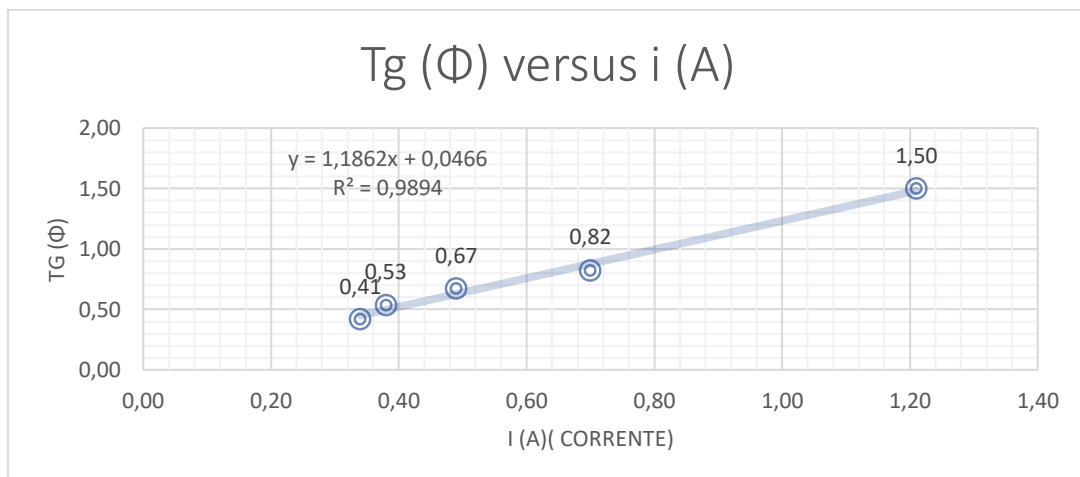


Figura 7: Gráfico da variação da tangente da angulação da bússola com diferentes correntes.

A partir da análise do gráfico acima obteve-se a seguinte expressão: $y = 1,186x + 0,046$, observa-se que o coeficiente angular (m) da reta é dado por:

$$m = \frac{\tan \theta}{i} = \frac{n\mu_0}{2rB_t} \quad (4)$$

Reformulando (4) é possível calcular o campo magnético da Terra no local onde realizou-se o experimento.

$$m = \frac{\mu_0 \times N \times i}{(2 \times R \times BHT)} \quad (5)$$

Com, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot \frac{m}{A \cdot R} = (0,0310 \pm 0,0005) m$ e $N = 2$.

A partir dessas análises, calculou-se o campo horizontal, aplicando-se a equação (6).

$$BHT = \frac{\mu_0 \times N}{(m \times 2 \times R)} \quad (6)$$

Substituindo os valores encontrados no experimento, na equação (6), tem-se que;

$$BHT = \frac{0,0000013}{(1,186 \times 2 \times 0,031)} = 35,36 \times 10^{-6} T$$

A partir do resultado encontrado de BHT, com a equação (6), realizou-se o cálculo da incerteza do campo horizontal, onde mostra na equação (7) a seguir.

$$\Delta BHT = 35,36 \times 10^{-6} \times \frac{0,0005}{(0,0310)} = 0,57 \times 10^{-6} T \quad (7)$$

A partir dos cálculos e do gráfico, tem-se que o campo magnético horizontal da Terra vale $B_{HT} = 35,36 \times 10^{-6} T$. Bem aproximado ao da literatura que é de $30 \times 10^{-6} T$.

4. Conclusão

O dado experimento foi realizado a fim de determinar o campo magnético horizontal da Terra. Experimentalmente o valor encontrado foi de $BHT \pm \Delta BHT = (35,36 \pm 0,57) \cdot 10^{-6} T$ e temos como literatura o valor $30 \cdot 10^{-6} T$, pode-

se então concluir que os valores estão relativamente próximos. Constatou-se também que o valor da resistência diminui com o aumento do valor da corrente no multímetro e como consequência disso há um aumento do valor identificado na medição da bússola.

5. Referências

D.YOUNG, H.; A.FREEDMAN, R. **Física 3 Eletromagnetismo**. 12° ed americana. ed. São Paulo: [s.n.], 2009.

HALLIDAY. **Fundamentos de Física 3 eletromagnetismo**. 4°. ed. Rio de janeiro: LTC, v. 3, 1996.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **"O Campo Magnético da Terra"; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/o-campo-magnetico-terra.htm>. Acesso em 21 de setembro de 2021.

"Campo magnético da terra"; disponível em:

https://fisica.ufop.br/sites/default/files/defis/files/campo_magnetico_da_terra.pdf?m=1525725088. Acessado em 01 de outubro de 2021.