



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN**

Melhoria do Experimento “Força entre Correntes” – parte II

F 709 –TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA II



Aluno: Jefferson da Silva Araujo
jefferson.s.araujo x gmail.com

RA 995046

Orientador: Jose Joaquin Lunazzi
Lunazzi x ifi.unicamp.br

Campinas

Dezembro de 2016

Índice

I - Resumo	3
II – Realização do projeto	3
II-1. Descrição breve da montagem e funcionamento do projeto original	3
II-2. Adaptações feitas no experimento	6
III. Análise teórica	10
IV – Referencias	13

I - Resumo

Este trabalho tem como objetivo a continuação da adaptação de um experimento, elaborado em semestre anterior por alunos de F-609 (Tópicos de Ensino de Física I), sendo iniciado no primeiro semestre de 2016 através da mesma disciplina, porém, devido aos vários fatores encontrados ainda era passível de novas correções, considerando para sua utilização tanto em salas de aula das escolas, podendo auxiliar didaticamente na explicação de vários fenômenos físicos, quanto expostos em estabelecimentos comerciais que concordem em divulgação dos conceitos físicos básicos para público em geral, de forma segura e de fácil manipulação.

O experimento selecionado será a “Força entre correntes”, originalmente elaborado pelos alunos Carlos Alberto Canhassi, Jéssica Belatine e Youssef Eduardo Khalifa, sob orientação do Prof. Mauro M. G. Carvalho, como projeto da disciplina F-609 do Instituto de Física da Unicamp, [1].

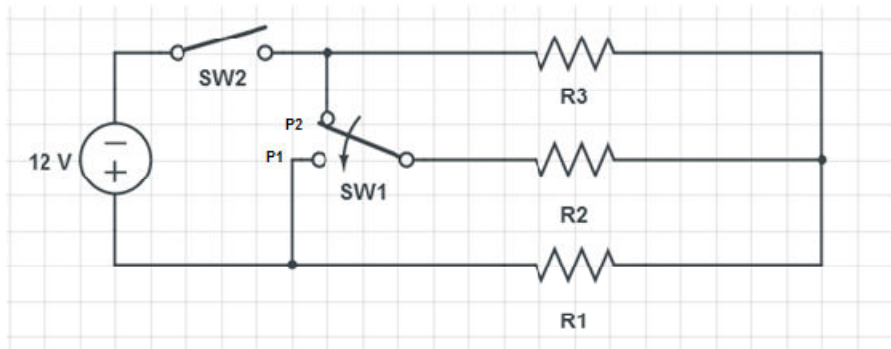
II - Realização do Projeto

II – 1. Descrição breve da montagem e funcionamento do projeto original

Material Utilizado

- Bateria automotiva de 12V e 60A
- Cabo flexível de cobre de 6,00 mm²
- Garras Jacaré
- Terminais de bateria

O experimento original foi desenvolvido com base no circuito abaixo:



A chave para inversão da corrente em um dos cabos, alternando assim o efeito entre atração e repulsão, foi feita utilizando-se uma garra jacaré. Já a chave que aciona o circuito foi improvisada adaptando-se um metal ao cabo elétrico preso a um cabo de madeira.

Fotos do experimento original:

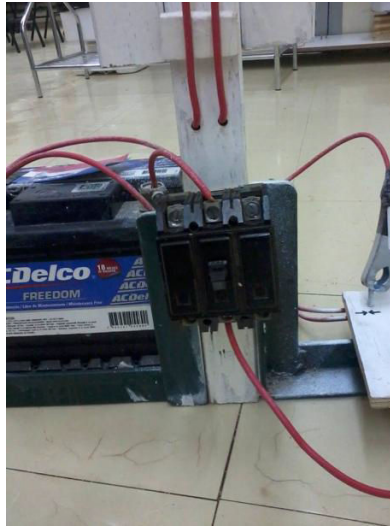
- Bateria



- Garras Jacaré



- Disjuntor Termomagnético



- Montagem experimental



II – 2. Adaptações feitas no experimento

Para que o experimento possa ser operado por pessoas leigas, sem riscos de acidentes, este trabalho buscou melhorar os seguintes aspectos do experimento:

1. Alteração da chave de acionamento.

Considerando que a chave de acionamento do experimento original consiste no contato direto entre dois terminais, durante o acionamento é provocada uma faísca “violenta”, devido à alta corrente que circula pelo circuito. Esta faísca acaba por assustar ao usuário que opera o experimento, bem como, provocar um rápido desgaste dos elementos de contato. Deste modo, a primeira alteração identificada para este experimento foi substituição do tipo de acionamento do mesmo.

No semestre anterior foram utilizados relés automotivos de 40^a como tentativa de substituição da chave de acionamento, conforme imagem abaixo:



Após diversos testes foi verificado que este mecanismo de acionamento não era eficaz, possuindo uma fácil queima do bloco, até mesmo quando chegou-se a utilizar um conjunto de 6 relés ligados em paralelo, com o intuito de aumentar a capacidade de corrente do componente.

Com a falha dos relés uma possibilidade seria a sua substituição por uma chave contatora, utilizada em quadros elétricos industriais, com carga que possa suportar o circuito, porém, devido ao alto custo da mesma e a dificuldades em sua aquisição, não foi possível a sua integração ao circuito.

Por ultimo utilizamos como chave de ligação os terminais de um chuveiro elétrico comum, o qual foi projetado para suportar cargas de 40A, conforme figura ilustrativa abaixo.

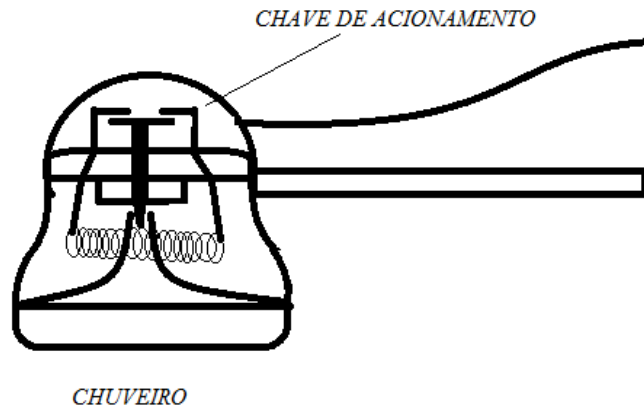


Fig.1 – Ilustração interna dos componentes de um chuveiro elétrico utilizado

Considerando que cada terminal do chuveiro deve suportar a sua corrente máxima de operação de 40A, os dois terminais foram ligados em paralelo para que o circuito suporte uma carga maior de 80A.



Fig.2 – Experimento utilizando a chave interna retirada de um chuveiro elétrico

2. Proteção do circuito para evitar superaquecimento.

Considerando a alta carga envolvida que, por efeito Joule, pode danificar os cabos elétricos se for acionado por pouco mais de alguns segundos, devido ao aquecimento, esta sendo estudado um circuito eletrônico temporizador, para sinalizarão usuário através de leds e sinal sonoro, quando o circuito está pronto para ser acionado após o tempo de resfriamento necessário (led vermelho ligado indicando para aguardar e led verde ligado indicativo de utilização liberada) e, quando acionado, alertar sobre o tempo máximo permitido de acionamento contínuo (sinal sonoro quando atingido o tempo limite que se desliga ao soltar a chave acionadora). Os tempos estimados são de que cada acionamento dure no máximo 2 segundos e possa ser repetido somente após 30 segundos do anterior.

3. Análise do campo magnético.

Para a análise do campo magnético foi incluído ao experimento um suporte, formado por um perfil metálico em “U”, que sustenta uma base de acrílico que pode ser removida facilmente.

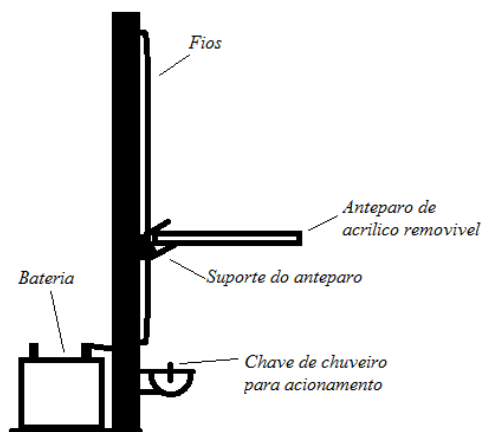


Fig.3 – Circuito final do experimento

Para a análise do campo magnético dos fios inicialmente foi utilizado limalha de ferro adicionada sobre a base de acrílico, porém, após várias tentativas não foi observado nenhuma interação visual. Considerando que o

circuito apresenta os fios com correntes em sentidos inversos, o que podemos observar é a diferença entre o campo de um e do outro fio. Deste modo, seria bem mais intenso se fosse um único fio ou dois com correntes paralelas.



Fig.4 – Base de acrílico com limalhas de ferro

Descartado a utilização da limalha, foram fixadas à base acrílica 3 bússolas, sendo uma ao centro e as outras duas nas laterais, podendo assim ser verificado o efeito do campo magnético gerado, interagindo de forma diferente em cada uma das bússolas.

4. Projeção da sombra dos fios.

Considerando a demonstração do experimento para um grande número de pessoas a visualização por todos fica prejudicada, considerando o curto tempo de acionamento, bem como, o tempo de espera necessário entre cada acionamento, devido ao aquecimento do circuito. Deste modo, em uma próxima etapa, pretende-se desenvolver a possibilidade de projeção da sombra dos fios em algum anteparo, o que ajudaria na visualização do experimento por um número maior de expectadores ao mesmo tempo.

III - Análise Teórica

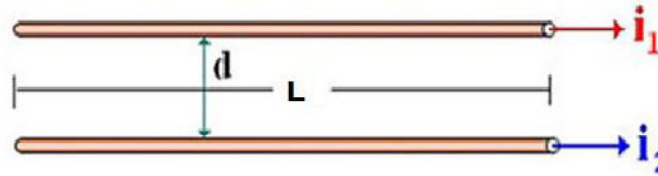


Fig.5 - Interação entre dois fios condutores paralelos

Utilizando a lei de Biot-Savart podemos calcular a intensidade do campo magnético B_1 na posição do fio 2:

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}$$

Em seguida calculamos o módulo da força magnética que atua sobre o fio 2 através da seguinte equação:

$\vec{F} = i\vec{L} \times \vec{B}$, onde L é o comprimento do fio. Dessa forma, podemos ver que a força magnética que atua no fio 2 é:

$$F_1 = B_1 \cdot i_2 \cdot L = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} i_2 L$$

$$F_1 = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d} L$$

Podemos dizer que o mesmo efeito ocorre para o campo magnético gerado pelo fio 2. Assim, o campo magnético criado pela corrente i_2 na posição do fio 1 também produz uma força sobre a corrente i_1 . A força tem a mesma intensidade e a mesma direção que a força F_1 , mas não necessariamente o mesmo sentido, isso vai depender da orientação das correntes nos fios. Utilizando a regra da mão direita podemos ver que se as correntes estiverem no mesmo sentido, a força magnética entre os fios será de atração. Caso as correntes possuam sentidos contrários, a força será de repulsão entre os fios.

Podemos encontrar a direção e sentido do campo magnético usando a regra da mão direita:

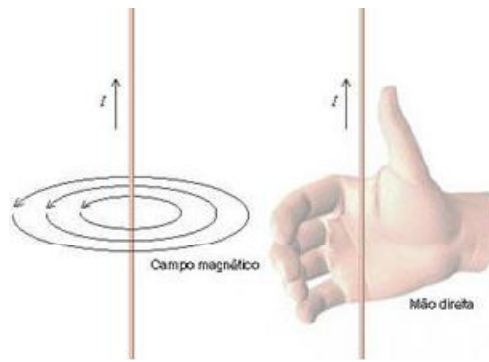
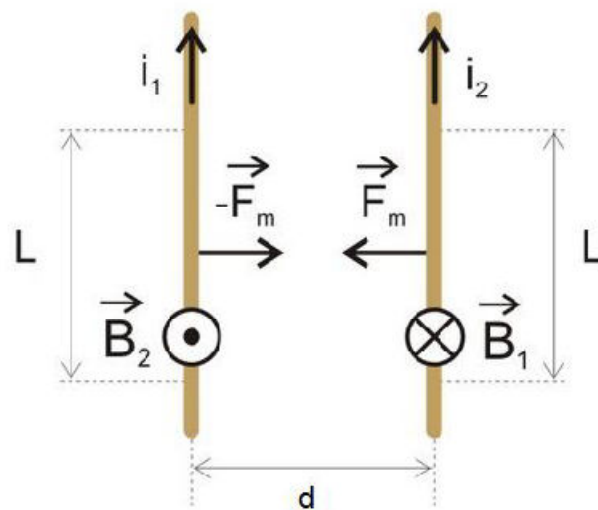


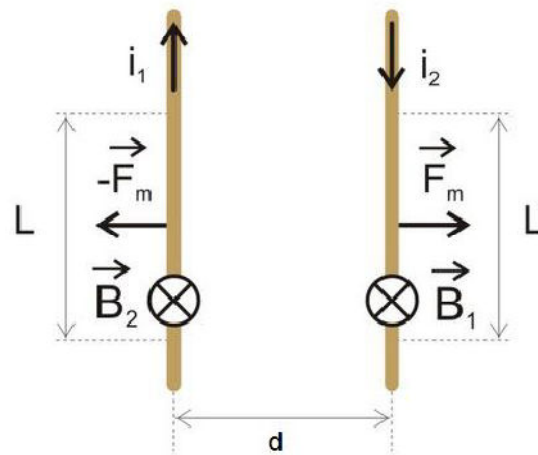
Fig. 6 - Direção campo magnético nos fios

- Correntes no mesmo sentido



Como esquematizado na figura acima, a corrente que passa no fio 1 irá gerar no fio 2 um campo magnético cujo sentido acarreta uma força de atração entre os fios.

- Correntes em sentidos contrários



Como esquematizado na figura acima, a corrente que passa no fio 1 irá gerar no fio 2 um campo magnético cujo sentido acarreta uma força de repulsão entre os fios.

IV – Referências

[1] BELATINE, J.; CANHASSI, C. A.; KHALIFA, Y. E. **Força entre correntes.** Relatório final para a disciplina “Instrumentação para o Ensino”. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2014_sem1/CARLOS_JESSICA_YOUSSEF-MAURO_F609_FORCA-ENTRE-CORRENTES_RF3.pdf>.

[2] GAMA, R. S. **Melhorar, Apresentar e Registrar a apresentação de um Experimento de F-809, Força entre Correntes.** Relatório final para a disciplina “Instrumentação para o Ensino”. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2005/RodrigoS-Ines_RF1.pdf>

[3] HALLIDAY, RESNICK, WALKER; Fundamentos da Física, Vol. 3, 8ª Edição, LTC, 2009.