



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

Melhoria do Experimento “Força entre Correntes”

F 609 –TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA I



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

RA 995046

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

Campinas

Julho 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	8
IV – Comentário do orientador	11
V – Referencias	11

I - Resumo

Este trabalho tem como objetivo a adaptação de um experimento, elaborado em semestre anterior por alunos de F-609 (Tópicos de Ensino de Física I), 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].

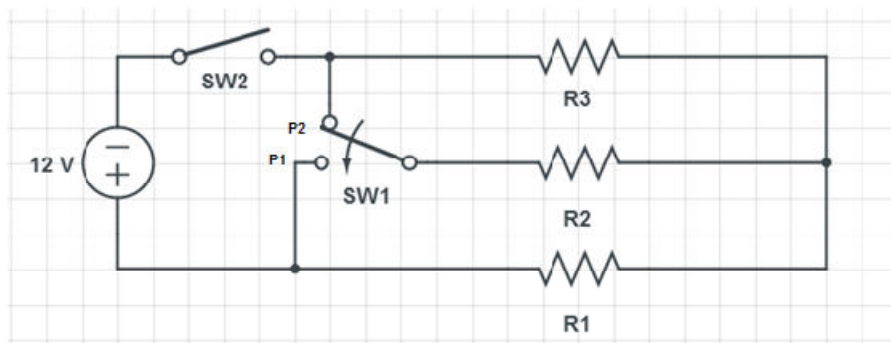
II - Realização do Projeto

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:

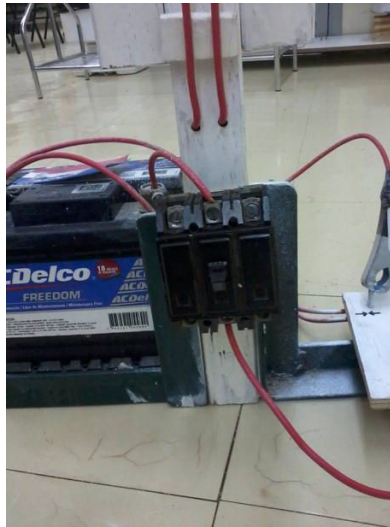
- Bateria



- 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.

Inicialmente foi feito teste com relé automotivo de 40A, conforme imagem abaixo:



A utilização de um relé fracassou pois o mesmo teve seu terminal de contato danificado após o primeiro acionamento. A análise dos componentes danificados indica que a corrente é bem superior aos 30A mencionados no projeto original.

Em uma segunda tentativa foram utilizados dois relés ligados em paralelo, na expectativa de obter um componente que suporte até 80A, porém, da mesma forma os relés tiveram seus contatos danificados logo após o

primeiro acionamento, indicando que o circuito ao ser acionado provoca um pico de corrente elevada que pode estar superando a carga de 60A da bateria.

O projeto será continuado, com a aquisição de uma chave contatora utilizada em quadros elétricos industriais, com carga que possa suportar o circuito, porém, devido ao tempo demandado para a sua aquisição, não foi possível a sua integração ao circuito antes da conclusão do relatório, ficando esta para uma etapa posterior.

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 de timer para limitar que cada acionamento dure no máximo 2 segundos e possa ser repetido somente após 30 segundos do anterior.

3. Análise do campo magnético.

Foram adquiridas bússolas para realizar a análise do campo magnético dos fios. Porém, como o experimento não foi concluído, esta análise ficará para uma próxima etapa, onde se pretende encontrar os pontos que demonstrem a interferência do campo na bússola, bem como, o ponto onde estes campos teoricamente devem se anular cessando assim esta interferência.

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

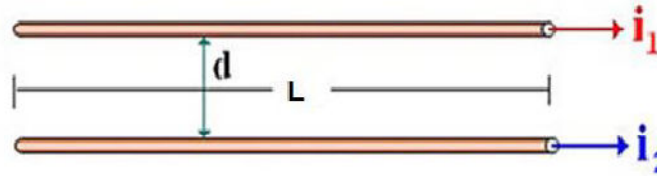


Fig.1 - Interação entre dois fios condutores paralelos

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:

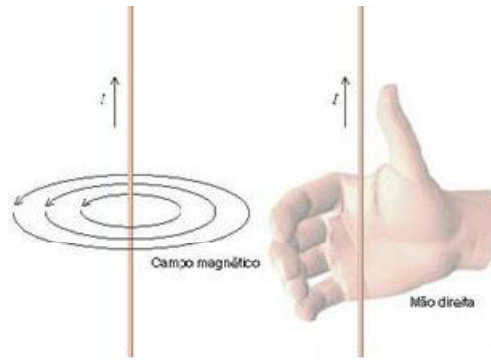
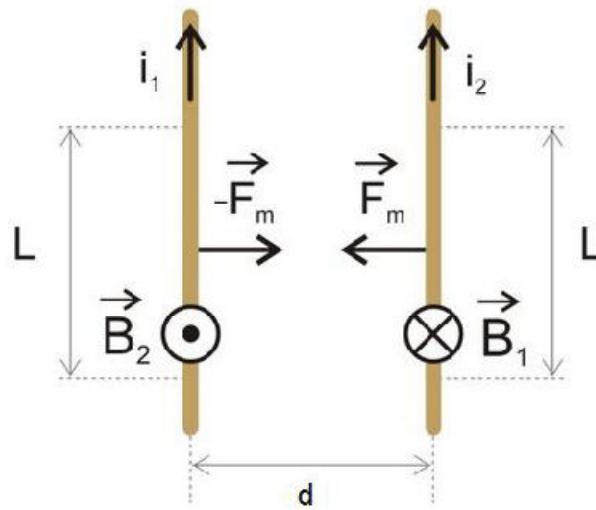


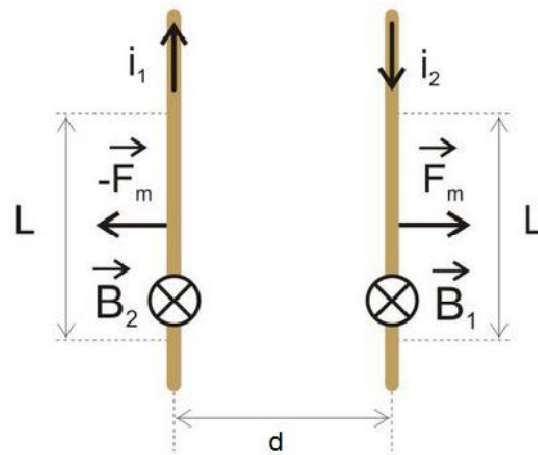
Fig. 2 - Direção campo magnético nos fios

- 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 – Comentário do Orientador

“O trabalho foi cuidadosamente pensado e desenvolvido, mesmo arriscando componentes, na procura de uma solução não facilmente disponível no mercado. A falta de conhecimento técnico das componentes, elementos da engenharia elétrica aplicada, demorou a solução mas nos levou a conhecer melhor os elementos utilizados, aumentando nossa capacidade de desenvolver elementos de circuitos.

Não achamos bibliografia que ajudasse pois a proposta é original.

O aluno merece destaque por sua dedicação.”

V – 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.ifc.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.ifc.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.