

CONJUNTO EXPERIMENTAL PARA A DEMONSTRAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE CAMPO MAGNÉTICO E CORRENTE ELÉTRICA

ALBERTO GASPAR

Departamento de Física e Química da UNESP
Campus de Guaratinguetá, SP

RESUMO

Apresentamos uma montagem simples, utilizando material de baixo custo, para experimentos qualitativos da interação entre o campo magnético e a corrente elétrica. Na introdução expomos as razões que nos levaram a elaborar esta montagem, em seguida apresentamos uma descrição sucinta de sua construção relacionando o material utilizado, os procedimentos e sua justificativa teórica, dificuldades e comentários sobre sua utilização.

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo em nosso Centro de Ciências, localizado em Cruzeiro - SP, em exposições ou cursos de treinamento pudemos notar o interesse e, ao mesmo tempo, a dificuldade que alunos e professores tinham em montar um "motorzinho" - uma pequena bobina de algumas espiras apoiada sobre dois eixos ligados a uma pilha. Imersa no campo magnético de um ímã essa bobina adquire, a partir de um impulso inicial, um movimento de rotação. O procedimento utilizado, sugerido por alguns livros didáticos era sempre o mesmo: os eixos da bobina, invariavelmente circular, eram descascados, de um lado inteiramente e de outro ao longo de uma faixa e o ímã (sempre usavam um só) era colocado embaixo da espira. Se o "motorzinho" não girasse, o que era muito comum, e nenhum erro na montagem fosse detectado, modificava-se aleatoriamente a posição do ímã "até dar certo". Não havia qualquer preocupação com o tipo de ímã utilizado, com a posição de seus polos e muito menos com a configuração do campo magnético que envolvia a bobina, sobretudo quando percorrida pela corrente elétrica. Poucos percebiam a razão pela qual se descascavam os eixos daquela maneira, aliás não muito racional, e que relação tinha esse procedimento com a passagem da corrente pela bobina. Em síntese, tratava-se de uma montagem de pouco valor didático: se funcionasse não se sabia porque, se não

funcionasse também ...

Ficou claro para nós que a grande dificuldade não residia na montagem em si, mas na falta de conhecimento dos fenômenos básicos do eletromagnetismo. Imaginamos então uma seqüência de quatro experimentos que culminassem na construção desse motorzinho numa ordenação didática. Os dois primeiros, uma balança de corrente e um rolete que se move sobre trilhos, foram projetados para evidenciar a interação entre o campo magnético e a corrente elétrica. O terceiro, um galvanômetro de bobina móvel, para mostrar o efeito resultante (binário) dessa interação numa espira percorrida por uma corrente elétrica. A partir daí, mostrando a possibilidade desse binário atuar num só sentido, através de uma engenhosa forma de permitir ou não a passagem da corrente, chegamos ao quarto experimento, o "motorzinho", que preferimos denominar de bobina girante.

O resultado dessa seqüência de experimentos foi tão bom que resolvemos reuní-los, de forma compacta, numa só montagem que vamos descrever a seguir.

2. Montagem e material utilizado *

Todo o conjunto é montado numa base de madeira de 15 cm x 20 cm aproximadamente (figura 1). Nela são fixados alguns elementos: dois suportes de pilhas grandes (tipo D) ligados em série (a), um reostato de fio de níquel-cromo (b), dois trilhos de cobre (c) para o movimento do rolete, dois suportes de cobre (d,e) para a balança, o galvanômetro e a bobina girante e uma chave (f) tipo campainha. O fio que liga o suporte de pilha ao trilho é intercalado por uma tomada para um pino, tipo banana (g) para que a ligação com o suporte (d) possa ser feita diretamente ou através do reostato.

Os trilhos são dois pedaços de chapa de cobre de 0,5 mm de espessura dispostos na forma indicada na figura 2. Os suportes também são da mesma chapa recortados e dobrados de acordo com o que indica a figura 3. As dimensões destes elementos e a posição mais adequada para fixá-los à base vão de

* uma descrição mais detalhada consta de uma publicação do IFUSP, que pode ser enviada ao interessado.

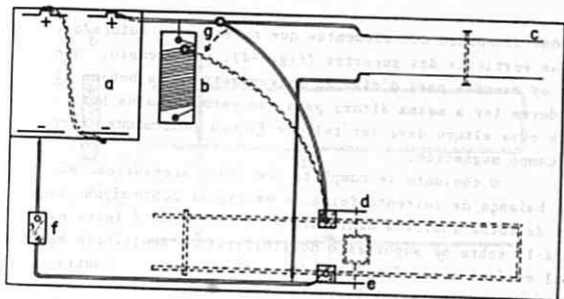


Fig. 1 - Base

- a- suportes de pilhas
- b- reostato
- c- trilhos para o rolete
- d,e - suportes para a balança, galvanômetro e espira girante
- g- tomada para um pino


escala: 
2 cm

Fig. 2 - Trilhos para o rolete

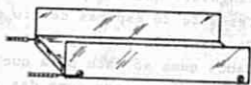
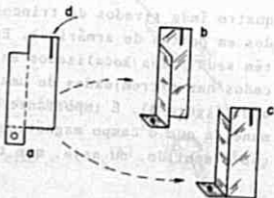


Fig. 3 - Suportes para a balança

- a - formato do recorte da chapa
- b e c - suportes dobrados
- d - fenda para o eixo do galvanômetro e da espira girante.



pender das dimensões dos elementos que neles serão colocados. As fendas verticais dos suportes (fig.3-d), por exemplo, que vão ser os mancais para o eixo do galvanômetro e da bobina girante, devem ter a mesma altura para que permaneçam na horizontal e essa altura deve ser tal que fiquem inteiramente imersos no campo magnético.

O conjunto se completa com cinco acessórios móveis: a balança de corrente feita de um fio de cobre rígido nu, dobrado da forma indicada na figura 4. A dobra (d) é feita para apoiá-la sobre os suportes e possibilitar um equilíbrio horizontal estável o que é conseguido, também, com o contrapeso móvel (b) de material isolante.

A bobina do galvanômetro é construída a partir de um pequeno anel de uma garrafinha plástica utilizado como suporte para o enrolamento, feito com cerca de 20 espiras de fio de cobre esmaltado, fino (nº 30). Este fio é descascado nas extremidades e soldado a dois alfinetes que são os eixos da bobina, a ela fixados através de um pequeno pedaço de madeira disposto diametralmente. Neste mesmo pedaço de madeira fixam-se o ponteiro e, na parte inferior, um contrapeso para que o ponteiro se mantenha na vertical. Veja figura 5.

Para a bobina girante optamos por um formato retangular, que nos parece mais didático (fig.6). Ela pode ter cerca de 20 espiras de fio de cobre esmaltado (nº 24 ou 26). Os eixos são prolongamentos do próprio fio e devem ser descascados numa só face para que o contato elétrico com os suportes se dê, sempre, numa das posições em que a espira esteja disposta horizontalmente. Observe o detalhe (B) da figura 6.

O campo magnético pode ser obtido com dois ou quatro ímãs tirados de trincos magnéticos (costumam ser usados em portas de armários). Estes ímãs são faciais, isto é, têm seus pólos localizados em suas faces (figura 7). São colocados nas extremidades de uma armação em U feita com chapa de aço (figura 8). É importante que os ímãs estejam dispostos de maneira que o campo magnético de todos esteja na mesma direção e sentido, ou seja, que todos estejam se atraindo.

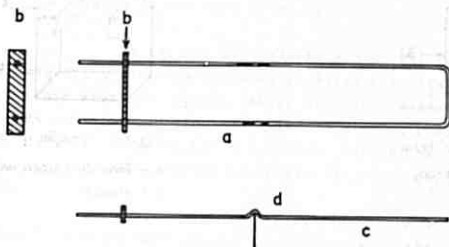


Fig. 4 - Balança de Corrente

- a - balança vista de cima
- b - contrapeso de material isolante
- c - balança vista de lado
- d - dobra para apoio no suporte

Fig. 5 - Bobina móvel do galvanômetro

- (A) - vista em perspectiva
- (B) - vista frontal
- (C) - vista lateral
- a - ponteiro

- b e c - eixos (alfinetes)
- d - bobina
- e - contrapeso

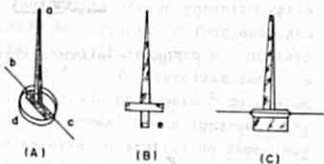
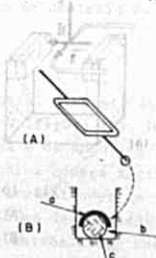


Fig. 6 - Bobina girante

- A - bobina
- B - detalhe do eixo visto de frente
- a - parte do eixo esmaltado
- b - parte desencanada do eixo



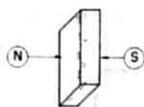


Fig.7 - Ímã de trinco magnético

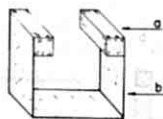


Fig.8 - Armação em U
a - ímãs de trinco magnético
b - armação

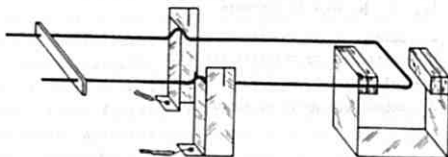


Fig. 9 - Balança de corrente montada

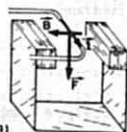
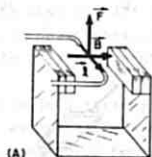


Fig. 10 - O funcionamento da balança de corrente

- (A) - a balança se desloca para cima
- (B) - a balança se desloca para baixo

3. Procedimento e discussão

3.1. - Balança de corrente e rolete

A balança de corrente e o rolete mostram a força magnética exercida sobre um condutor percorrido por uma corrente elétrica, quando imerso num campo magnético. Equilibra-se sobre os suportes com o ímã em U na extremidade (fig 9) a balança, ao se fechar o circuito, vai se mover para cima ou para baixo dependendo do sentido do campo magnético (fig. 10).

Da mesma forma, o rolete colocado sobre os trilhos, entre os ímãs (fig.11), vai se mover para direita ou para a esquerda dependendo do sentido do campo magnético (fig 12).

3.2. - Galvanômetro

Coloca-se a bobina móvel nos suportes, entre os ímãs (fig.13). Quando a chave é ligada verifica-se que o ponteiro gira para um dos lados. Se retirarmos o pino da tomada (fig.1-g) e, mantendo a chave ligada, percorreremos o reostatô (fig.1-b), verifica-se que a deflexão do ponteiro varia uma vez que varia a intensidade da corrente. O funcionamento do galvanômetro se explica pelo equilíbrio entre o momento do binário das forças magnéticas \vec{F} e $-\vec{F}$ exercidas sobre a bobina e o momento do binário exercido pelo peso \vec{P} do conjunto ponteiro-bobina-contrapeso e a normal \vec{N} nos suportes. Veja figura 14. É interessante inverter o sentido do campo magnético e verificar a inversão no sentido de deflexão do ponteiro.

3.3. - A bobina girante (motorzinho)

Coloca-se a bobina no suporte, disposta horizontalmente entre os ímãs da armação em U (figura 15). Desde que haja contato entre os eixos da bobina e os suportes, nesta posição, basta ligar a chave que a bobina começa a girar, sem necessidade de um impulso inicial. Para entender o seu funcionamento basta notar que os eixos foram descascados de maneira que o contato com os suportes se estabelece apenas nas posições em que o momento do binário das forças magné-

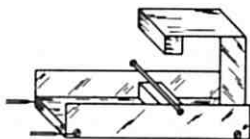


Fig. 11 - Rolete colocado sobre os trilhos

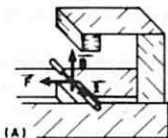
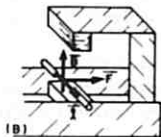


Fig. 12 - O funcionamento do rolete

- (A)- o rolete se desloca para a esquerda
 (B)- o rolete se desloca para a direita

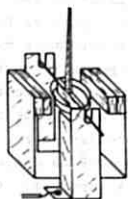
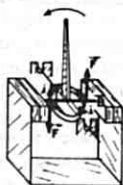
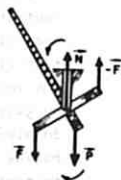


Fig. 13 - Galvanômetro montado



(A)



(B)

Fig. 14 - O funcionamento do galvanômetro

- (A) - o galvanômetro gira no sentido anti-horário

- (B) - forças que atuam sobre o conjunto ponteiro-bobina-contrapeso

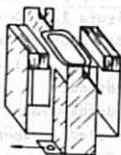


Fig. 15 - Bobina girante (motorzinho)

ticas \vec{F} e $-\vec{F}$ atua num determinado sentido. Quando o sentido do momento desse binário se inverter o contato é interrompido pela camada de esmalte dos eixos não descascados (fig.16). Isso garante o movimento de rotação da bobina num só sentido. Aqui, como no galvanômetro, pode-se inverter o sentido do campo magnético e observar a inversão no sentido de rotação da bobina.

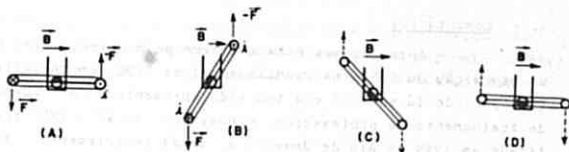


Fig.16 - Funcionamento da bobina girante

A e B - há contato, o binário \vec{F} , $-\vec{F}$ atua

C e D - não há contato, não há binário atuando

4. - Dificuldades e precauções

É muito comum em montagens deste tipo que algum experimento não funcione ou funcione insatisfatoriamente.

Nesta montagem a principal dificuldade se deve ao possível mau contato elétrico entre partes móveis e elementos fixos, sobretudo entre o rolete e os trilhos, o que é agravado por que utilizamos chapas de cobre que oxida com muita facilidade. Por essa razão deve-se tomar um cuidado especial com todos os contatos desse tipo, raspando-os novamente, de quando em quando.

Não se deve esquecer ainda de, ao se montar um experimento, retirar da montagem elementos do outro experi -

mento. Por exemplo, ao se colocar o rolete sobre os trilhos não se deve deixar a balança sobre os suportes; ao se colocar o galvanômetro nos suportes não se deve deixar o rolete sobre trilhos, e assim por diante.

Os suportes de pilhas que utilizamos, de uso comercial, não permitem a inversão da posição das pilhas, por essa razão não sugerimos no procedimento a inversão do sentido da corrente. Seria possível introduzir no conjunto uma chave inversora com esta finalidade, mas não o fizemos por que isto complicaria muito a montagem.

5. - Comentários

Apresentamos esta montagem pela primeira vez na exposição do IBECC na reunião anual da SBPC, em Brasília (1985) e, de lá para cá ela tem sido apresentada em cursos de treinamento de professores, exposições, no VIII SNEF realizado em 1989 no Rio de Janeiro e, ainda recentemente, foi construída e está em exposição no Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física da USP uma réplica em dimensões maiores.

A sua utilização tem despertado muito interesse por ser um equipamento de construção relativamente simples, de dimensões pequenas e que pode ser levado facilmente à sala de aula para demonstrações. Sob o ponto de vista didático pode ser utilizado numa introdução ao eletromagnetismo tanto para alunos do 1º e 2º grau como para a universidade.

6. - Agradecimentos

Agradecemos ao professor Ernst W. Hamburger pela leitura cuidadosa e valiosas sugestões feitas.

7. - Bibliografia

- Hallyday, D. e Resnick, R. - Física II - vol.1 - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. - Rio de Janeiro, 1979.
- Alonso, M. e Finn, E.J. - Física - um curso universitário - vol. II - Editora Edgar Blücher Ltda - São Paulo - 1972.

- PEF - Projeto de Ensino de Física, IFUSP, Eletromagnetismo - MEC/FENAME/PREMEN, 1976.
- Tipler, Paul.A. - Física 2, Editora Guanabara Dois, 1978.
- Kusnetsov, H. - Fundamentos de Eletrotécnica, Editorial MIR, 1967.
- Gaspar, A. - Experiências de Ciências para o 1º Grau - Editora Ática - São Paulo, 1990.
- Gaspar, A. - Conjunto experimental para a demonstração de interação entre campo magnético e corrente elétrica - publicação IFUSP/P-806 - setembro 1989.

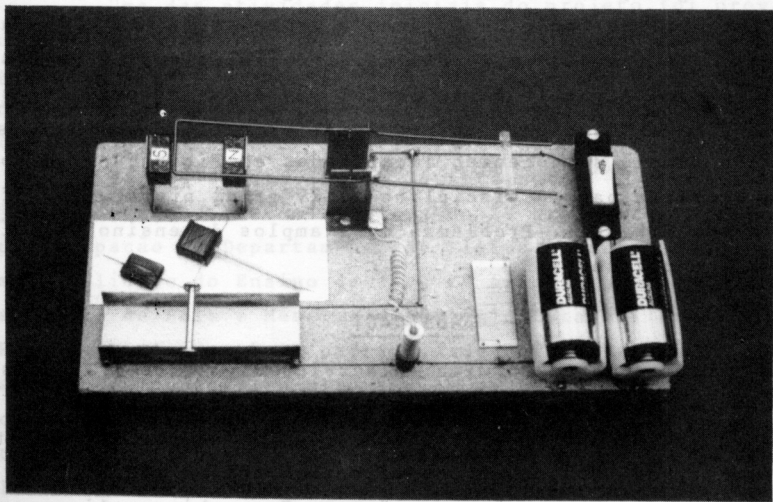


Figura 17 - Fotografia do equipamento de acordo com montagem feita por professores e técnicos do Instituto de Física da UFRGS, com permissão do autor, a partir de uma versão preliminar do artigo.