

TÓPICOS DE ENSINO DE FÍSICA – F 609

Relatório Final



Aluno: José Abílio da Silva Pita - RA: 081766

(j081766 x dac.unicamp.br / jabilio89 x gmail.com)

Orientador: Prof. Dr. Mauro Monteiro Garcia de Carvalho

(mauro x ifi.unicamp.br)

Coordenador: Prof. Dr. José Joaquim Lunazzi

(lunazzi x ifi.unicamp.br)

Apresentação: 13/06/2013

Horário: 17-19 h

Título: Força entre corrente e campo magnético visualizada pelo deslocamento de um eixo (“Força de Lorentz”)

2013

Descrição:

Apresentamos uma montagem simples, utilizando material de baixo custo, para um experimento qualitativo que estuda a interação entre corrente elétrica e campo magnético.

O experimento consiste basicamente em dois poderoso ímãs (ímãs de Neodímio), uma placa base, onde um par de trilhos de alumínio termina sendo ligado através de dois fios de cobre com soquetes de 4mm e um eixo de aço. Uma unidade da fonte de alimentação é conectada aos trilhos. Quando o eixo é colocado nos trilhos o circuito elétrico fica completo e o eixo é deslocado ao longo dos trilhos na direção da força de Lorentz .

Importância didática do trabalho:

O uso de atividades experimentais no ensino de Física tem gerado Resultados positivos e é defendido por vários autores como SÉRÉ et al., (2003); EIRAS (2005); BARBOSA et al., (1999); ARAÚJO & ABIB (2003); SANTOS et al., (2004). Neste sentido o experimento elaborado, assume um caráter extremamente importante quando o assunto é despertar o interesse para o aprendizado de Física. Segundo o PCN (2000), atividades experimentais são indispensáveis no dia-a-dia das salas de aula para contribuir no desenvolvimento de competências e habilidades na Física, evitando que os conhecimentos científicos sejam uma verdade estabelecida e inquestionável, levando o aluno a observar situações e fenômenos, que poderão envolver desafios, estimulando, qualificando ou buscando soluções para problemas reais. A atividade experimental proposta aproxima o aluno de fenômenos relacionados com seu cotidiano, tais como: conservação de energia, campo magnético, força magnética, corrente elétrica, materiais ferromagnéticos, entre outros, fazendo-o compreender que a Física é uma ciência que faz parte do mundo em que vive. Outro aspecto relevante da proposta, é a possibilidade de experimentos de baixo custo incentivarem os professores à utilização desta ferramenta nas aulas de Física.

Descrição dos materiais utilizados:

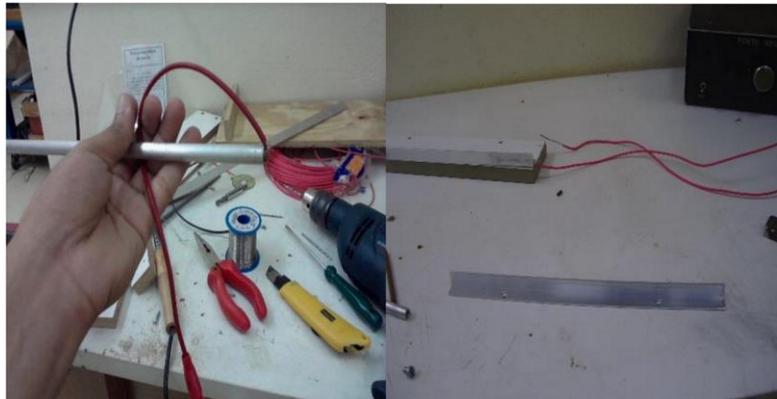


Figura A1: Montagem dos trilhos de alumínio (ANTES e DEPOIS)



Figura A2: Eixo rolante.



Figura A3: Fios de cobre + soquete (4mm).



Figura A4: Montagem da base (B1 e B2) de madeira.



Figura A5: Base + fonte de alimentação (15 v / 2 A) + imã (neodímio) + eixo rolante.

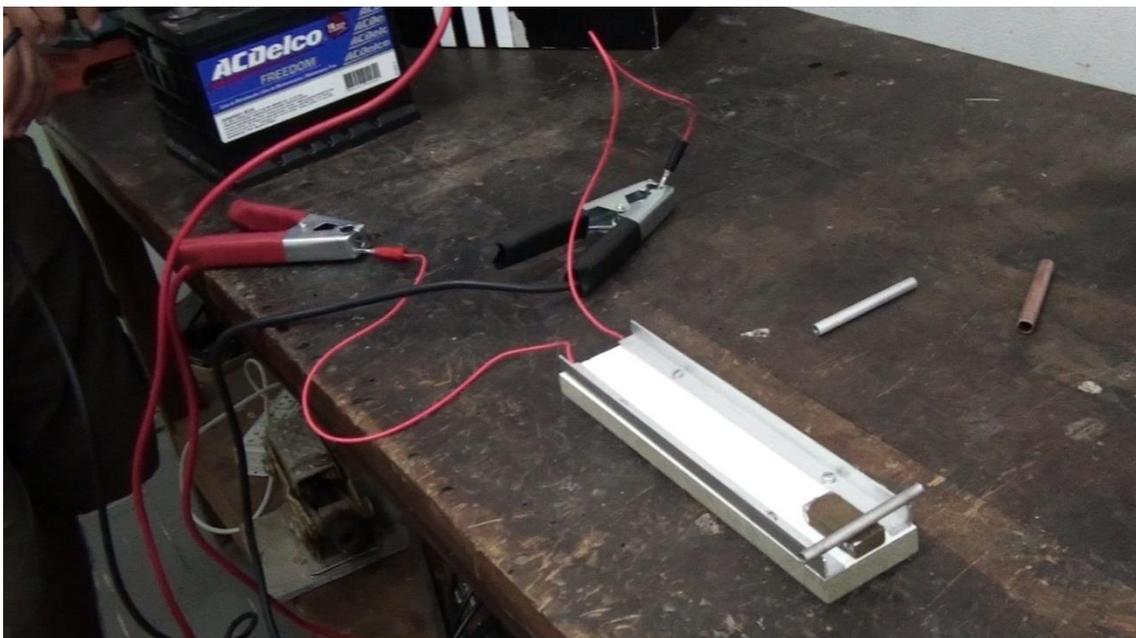


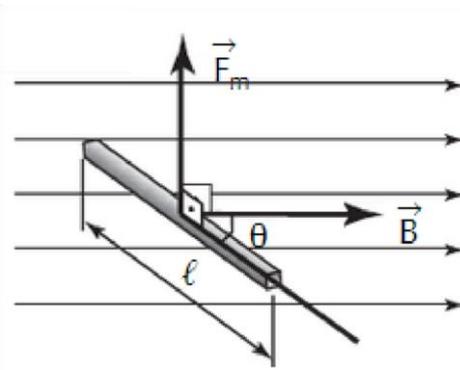
Figura A6: Arranjo final do experimento utilizando uma bateria de carro.

Dificuldades encontradas

Durante a montagem da base(B1) de apoio para os trilhos, tivemos uma certa dificuldade em nivelar os trilhos, uma vez que a madeira que estávamos usando, não estava totalmente plana ,assim quando colocávamos esta base e os trilhos bem como os eixos sobre a mesa ,este último, acabava rolando para baixo e por vezes tombava ,dificultando assim os testes, por isso, optamos por montar uma segunda base(B2),utilizando MDF. Uma outra dificuldade encontrada foi quanto a base em forma de U onde ficariam fixados os imã de Neodímio , inicialmente optou-se por fazê-la de alumínio (base C1-Material não ferromagnético) por ser uma material fácil de trabalhar, no entanto posteriormente substituímos este material e confeccionamos uma base de ferro(base C2-material ferromagnético) em forma de U ,isto , pois , sabe-se que o ferro possui uma permeabilidade relativa da ordem de 7000 , ao contrário do alumínio que possui uma permeabilidade da ordem de 1,000022 ,no entanto feito essa modificação ainda encontramos um segundo problema nesta base que foi a distância entre os imãs colocados entre suas extremidade e a distância útil de rolamento do eixo de aço ,notou-se que muitas vezes o eixo de aço ,acabava ficando preso no meio dos imãs ,quando não, o movimento do eixo em um dado sentido acabava o fazendo chocar-se com a base de sustentação do imãs e assim tínhamos um movimento limitado a apenas um único sentido , por isso, optamos por não realizar a montagem de nenhuma base ficando assim com um único imã de neodímio na parte inferior do trilhos, o que se mostrou ideal para o nosso objetivo, pois agora tínhamos um movimento considerável em qualquer sentido .No entanto a nossa principal dificuldade no início do projeto foi a quantidade e qualidade dos imãs de neodímio utilizados,isso,pois , por mais que conseguíssemos colocar até 4 imã de neodímio em cada ponta da base(C1 ou C2) o movimento do eixo era muito pouco ,isto pois os imã que estávamos utilizando eram diferentes um dos outros, dispúnhamos de 4 imã de Hd iguais em formato e tamanho , 2 imã cilíndrico (iguais em formato e tamanho) , 1 imã retangular e 1 imã quadrado ,assim acreditamos que por mais que colocássemos vários imãs na ponta desta base, não iríamos obter um movimento significativo desse eixo , imaginamos que o ideal, seria obtermos 1 par de imã de neodímio (formato retangular) de cerca de 7 a 10 cm para que assim possamos obter um campo magnético suficiente forte e uniforme entre os trilhos , uma outra possibilidade seria utilizar uma imã em forma de U ,seja ele de ferrite ou não , no qual poderíamos colocar diretamente o mesmo sobre os trilhos de alumínio obtendo assim o efeito desejado ,passando-se este impasse, acabamos optando por um imã de neodímio na forma retangular que se mostrou excelente para o nosso experimento uma vez que agora conseguíamos obter deslocamento do eixo da ordem de 10 a 15 cm em qualquer sentido.

Descrição do trabalho

Um condutor retilíneo, quando atravessado por uma corrente elétrica e submetido a ação de um campo magnético, sofre a ação de uma força magnética. Como a corrente elétrica é um conjunto de cargas em movimento ordenado. A força a que o condutor fica sujeito é a resultante do conjunto de forças que atuam nas cargas em movimento.



Considere n o número de cargas q que atravessam o condutor em um determinado intervalo de tempo Δt e l o comprimento do condutor considerado.

Sobre a carga, q , temos a seguinte atuação de força magnética:

$$F'm = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta \quad [\text{eq.1}]$$

Sobre o condutor, temos:

$$F_m = m \cdot F'm \quad [\text{eq.2}]$$

Substituindo (1) em (2), temos:

$$F_m = m \cdot |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta \quad [\text{eq.3}]$$

Sendo a velocidade o quociente do comprimento pelo intervalo de tempo, obtemos:

$$F_m = m \cdot |q| \cdot l \cdot B \cdot \sin \theta / \Delta t \quad [\text{eq.4}]$$

Como $n \cdot |q| \cdot l / \Delta t$ é igual à corrente elétrica i , chegamos a:

$$F_m = B \cdot i \cdot l \cdot \sin \theta \quad [\text{eq.5}]$$

Neste aspecto a experiência trabalhada busca demonstrar o movimento rolante dum condutor atravessado por corrente elétrica num campo magnético de um ímã permanente. Tal movimento será causado pela força magnética [eq.8] entre os trilhos de alumínio (de iguais tamanhos) percorridos pela mesma corrente ($i = 2 \text{ A}$).

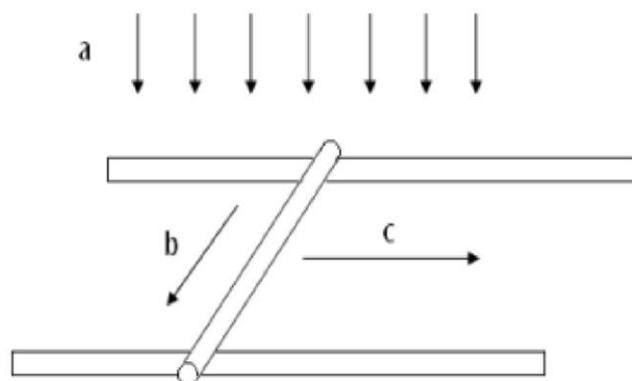


Fig. 1 Montagem esquemática (a Direção das linhas do campo magnético, b Direção da corrente c Direção do movimento)

A figura 1 mostra a montagem esquemática do aparelho. Devido a que as linhas do campo magnético estão situadas verticalmente à direção da corrente, o eixo se movimentará verticalmente tanto para o campo magnético como para a direção da

corrente. Se o sentido das linhas do campo magnético ou o da corrente foram invertidos, o eixo irá mover-se em sentido contrário.

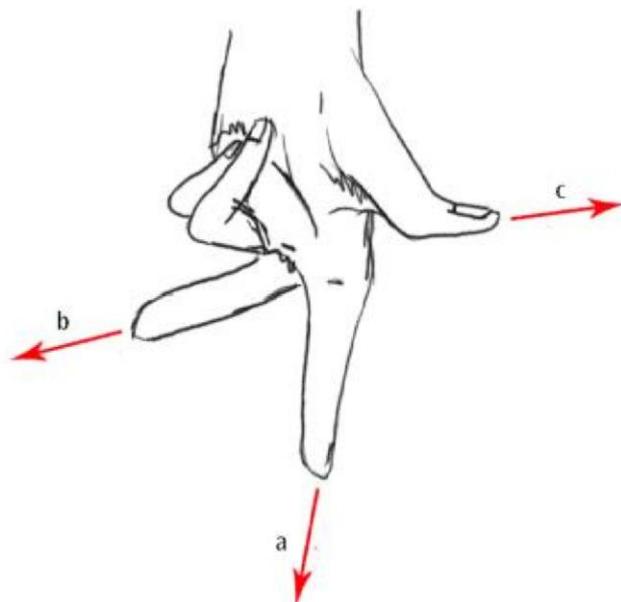


Fig. 2 Regra-da-mão-esquerda (a Direção das linhas do campo magnético, b Direção da corrente c Direção do movimento)

Resultados atingidos

Obtivemos informações qualitativas sobre o modo como varia o campo magnético de um ímã conforme variamos a distância entre eles, qual a melhor posição para se colocar os ímãs de neodímio para que possamos ter um campo magnético suficientemente forte entre esses dois trilhos de alumínio, qual a melhor distância entre esses dois trilhos de forma que possamos otimizar a força magnética entre os mesmos. Foram realizados alguns testes variando a distância entre os dois trilhos paralelos com o intuito de conseguirmos uma força magnética suficientemente forte para que pudéssemos observar algum tipo de movimento no eixo perpendicular a esses trilhos. Posteriormente diminuimos o tamanho do eixo que irá rolar ao longo do trilho, feito isso, obtivemos uma leve oscilação no eixo. Sabendo-se que precisaríamos de um campo magnético intenso e uniforme entre os trilhos, inicialmente achamos conveniente aumentarmos a quantidade de ímãs entre os trilhos, isto é, além dos 4 ímãs de Hd que dispúnhamos (2 em cada lado do trilho) colocamos mais 4 ímã em cada lado da base em forma de U, totalizando assim 4 ímãs de neodímio em cada ponta da base de alumínio em forma de U, no entanto feito isso, ainda não tínhamos observado um movimento significativo do eixo, pois acreditamos que devido a geometria dos ímãs utilizados, não tínhamos um campo magnético uniforme. Nesta primeira parte do projeto obtivemos no melhor dos casos, movimentos da ordem de 3 a 4 cm. Após as modificações comentadas no início desse relatório, conseguimos melhorar significativamente a nossa base, trilhos e principalmente a qualidade dos ímãs utilizados, isto é, passou-se a utilizar um único ímã de neodímio no formato retangular da ordem de 4cm de comprimento, tal ímã se mostrou

excelente para o nosso experimento, após essa modificação, conseguimos deslocamentos do eixo da ordem de 15 cm.

Com o intuito de visualizarmos um deslocamento maior do eixo ao longo dos trilhos, pretendemos substituir a fonte que dispomos que gera cerca de 2 amperes por uma bateria de carro, pois sabe-se que a capacidade de corrente que uma bateria fornece no caso de uma bateria de 60 amperes varia de 380 a 550 amperes de acordo com a temperatura. Já a capacidade de fornecimento em função do tempo de uma bateria de 60 ah equivale a 60 amperes por uma hora. Lembrando que a tensão nominal da bateria é de 12 V.

Obs 1:

Durante a execução do experimento obteve-se também um deslocamento (porém de menor alcance) do eixo rolante ao longo do trilho com a fonte DESLIGADA, isso é interessante, pois imagina-se que o movimento do eixo deve acontecer somente quando os fios estiverem ligados a fonte. Conseguimos obter tal fenômeno, da seguinte maneira:

Desligou-se toda a aparelhagem e em seguida, colocou-se novamente o eixo rolante perpendicular aos trilhos e embaixo desse eixo colocou-se o ímã de neodímio, posteriormente com movimentos rápidos e paralelo aos trilhos conseguiu-se visualizar pequenas oscilações desse eixo, isso deve-se ao fato de que:

Quando um ímã oscila, cruzando o corpo metálico de um objeto, ocorre uma variação de fluxo através daquele, ocasionado por uma variação de área. Essa variação de fluxo magnético induz uma f.e.m. (força eletromotriz) no corpo, que determina, por sua vez, o aparecimento de uma corrente elétrica em sua massa. Essa corrente induzida gera um novo campo magnético que se opõe ao campo magnético indutor (Lei de Lenz). Tais correntes são conhecidas como CORRENTE DE FOUCAULT.

Vale notar que como dispúnhamos de diferentes materiais (Aço, Alumínio, Cobre) para o eixo rolante, acabou-se realizando a mesma experiência também para cada material e observou-se que o material que conseguíamos a maior oscilação foi com o eixo de alumínio, e isto já era o esperado, uma vez que dos materiais listados o alumínio é um tipo de material paramagnético, isto é, o material de que foi feito este cilindro possui elétrons desemparelhados e que, quando na presença de um campo magnético, se alinham, fazendo surgir dessa forma um ímã que tem a capacidade de provocar um leve aumento na intensidade do valor do campo magnético em um ponto qualquer. Esses materiais são fracamente atraídos pelos ímãs

Obs 2:

Procedimento análogo ao mencionado acima foi realizado com a fonte LIGADA, e o esperado era um maior deslocamento ao longo dos trilhos para o eixo de alumínio, uma vez que já tínhamos realizado um experiência semelhante (Obs 1) e esperávamos confirmar a teoria, no entanto para nossa surpresa, o eixo que se deslocou mais com a fonte ligada foi o eixo de Aço, tal eixo tinha sido o pior material para se obter oscilação com a fonte desligada (Obs 1).

Abaixo segue uma tabela ilustrativa que utilizamos para poder comparar os deslocamento de cada eixo em diferente situações.

Tabela 01 : Comparações de deslocamento do eixo rolante .

	Fonte Ligada	Fonte Desligada	Bateria de Carro
AÇO	Deslocamento grande	Não houve deslocamento	Deslocamento grande
ALUMÍNIO	Deslocamento pequeno	Deslocamento médio	Deslocamento grande
COBRE	Deslocamento pequeno	Deslocamento pequeno	Deslocamento médio

Assim sendo nota-se pela tabela acima ,que quando ligamos a fonte o eixo que teve o melhor desempenho foi o de aço enquanto que o de alumínio pouco se movimentou ,desligando a fonte, essa situação se inverte, isto é ,o alumínio passou a se movimentar muito mais que o eixo de aço, este por sua vez se manteve parado . Procuramos na literatura algo que pudesse explicar essa incoerência, uma vez que tal experiência contradiz o nosso bom senso e infelizmente até o presente momento não se conseguiu obter nenhum tipo de resposta satisfatória para o fenômeno descrito acima .Trabalhando com a bateria de carro(alta corrente- Figura A6) notou-se que tanto o eixo de aço quanto o de alumínio apresentaram um ótimo comportamento , isto é, tiveram deslocamento da ordem de 30 cm. É interessante comentar também que tanto o eixo de alumínio quanto o eixo de cobre , muitas vezes apresentaram um comportamento incomum, isto é, quando submetido a alta corrente da bateria e ao intenso campo magnético do imã , os eixos apresentavam um movimento de vai e vem e , por muitas vezes se comportava como um imã acabando atraindo o outro imã de neodímio que ficava grudado no alumínio ou no cobre ,conversando com o professor Lunazzi, este propôs que tal fenômeno se deva a indutância nos cabos ,que tinham cerca de 2,5 m de comprimento[Ref. 15].

Declaração do Orientador

Meu orientador, o Prof. Dr. Mauro Monteiro Garcia de Carvalho concorda com o expressado neste relatório final e deu a seguinte opinião:

“O aluno terminou seu trabalho com sucesso. Embora seja uma experiência de simples execução, alguns problemas surgiram na sua montagem, problemas esses resolvidos pelo aluno com muito pouca ajuda de minha parte. A simplicidade da experiência permite que seja reproduzida em qualquer escola a um custo muito pequeno. Este experimento será aperfeiçoado e ficará no LIEF para apresentação a alunos de escolas públicas. “

Referências:

[1] Halliday, D. Resnick, R. Walker, J., Fundamentos de Física, 6ª ed., Editora LTC, Rio de Janeiro, 2001.

[2] Nussenzveig. H, Curso de Física Básica, Ed. Edgar Blücher, São Paulo, 1998.

A partir dos conhecimentos apresentados nestes 2 livros acima foi possível obter as teorias e eventualmente as equações matemáticas que serão usadas no desenvolvimento da experiência.

[3] http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/lorentz/seg_lei_elementar_laplace/

Site voltado para o ensino de Física (Eletricidade e Magnetismo), onde foi pesquisada com maiores detalhes sobre a 2ª lei elementar de Laplace.

[4] <http://www.youtube.com/watch?v=pSZ2Xzf7rfg>

Vídeo em espanhol onde se encontra um experimento semelhante ao realizado pelo aluno.

[5] BARBOSA, J. de O.; PAULO, S. R. de; RINALDI, C. Investigação do Papel da Experimentação na Construção de Conceitos em Eletricidade no Ensino Médio. Caderno Catarinense Ensino de Física. v. 16, n. 1: p. 105-122, abr. 1999.

Texto que aborda as principais questões e a importância do ensino experimental de Física no Nível Médio.

[6] EIRAS, W. dá C. S. Atividades Demonstrativas no Ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005. Rio de Janeiro: CEFET-RJ, 2005.

Este texto propõe algumas atividades práticas e de baixo custo voltadas para o ensino de Física.

- [7] SANTOS, E. I. dos; PIASSI, L. P. de C.; FERREIRA, N. C. Atividades Experimentais De Baixo Custo como Estratégia de Construção da Autonomia de Professores de Física: Uma Experiência em Formação Continuada. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004. Atas... Jaboticatubas-MG, 2004.

Este artigo discute a importância das atividades experimentais na escola e por que apenas algumas instituições ou professores conseguem desenvolver aulas práticas. Apresenta os tipos ou modalidades do trabalho experimental. Fala do laboratório de baixo custo, de aulas práticas com materiais caseiros e do principal papel dessas atividades, que é desenvolver no aluno a reflexão, construção de ideias, conhecimento de procedimentos e atitudes. Finaliza mostrando a necessidade do professor buscar alternativas a falta de laboratório e equipamentos na escola e da importância de se explorar os resultados inesperados.

- [8] <http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/index5.asp>

Site repleto de experiências interessantes sobre Física, Química e Biologia. Experiências estas voltadas para estudantes do ensino médio.

- [9] <http://www.pontociencia.org.br/sobre.php>

O portal ponto ciência é uma iniciativa pioneira na criação de uma comunidade virtual de professores, alunos e entusiastas da ciência. Nele você vai encontrar instruções passo-a-passo, com fotos e vídeos, de experimentos de Química, Física e Biologia. A ciência por trás dos fenômenos é explicada em uma linguagem simples e com grande cuidado e precisão nas informações fornecidas. O portal é um ponto de encontro onde pessoas podem discutir a criação e utilização de experimentos no ensino e na divulgação da ciência.

- [10] <http://autosom.net/artigos/baterias.htm>

Texto interessante sobre os diferentes tipos de bateria automotiva, suas modificações e seu funcionamento.

- [11] http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_32.asp

Texto que aborda com maiores detalhes o estudo e utilização da corrente de Foucault.

- [12] http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2011_sem2/ViniciusD_Mauro_F609_RP.pdf

Link onde podemos encontrar maiores referências sobre o estudo da corrente de Foucault e suas aplicações como por exemplo em freios magnéticos

- [13] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Indut%C3%A2ncia>

Link que traz maiores informações sobre indutância .

[14] http://fma.if.usp.br/~mlima/teaching/4320292_2012/Cap9.pdf

Texto que aborda com maiores detalhes o estudo de indutores e suas indutâncias, cujas propriedades decorrem diretamente da lei de indução de Faraday.

[15] <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/temp/00001>. MTS

Vídeo com o experimento trabalhado.

[16] www.videolan.org/vlc

Visualizador VLC para o a referência [15].