

Relatório Final de F809 – Instrumentação para Ensino



Título do Projeto: “Guindaste Elétrico” Sub-Título: “Guindaste com Eletroímã”

Aluno: Daniel José Guimarães Prates (RA: 019357)

prates10@hotmail.com

Orientador: Prof. Dr. Dirceu da Silva

dirceu@unicamp.br

Professor responsável: Prof. Dr. Joaquim José Lunazzi

lunazzi@ifi.unicamp.br

IFGW, Unicamp

Introdução:

Os guindastes elétricos (figura 1) são de grande utilidade hoje em dia para movimentação de contêineres nos portos e cidades em geral. Também são utilizados em ferros velhos e outros lugares que necessitam movimentar objetos metálicos pesados.



Figura 1: Guindaste elétrico de pórtico da marca KRANBAUEBERS tipo EWK cap. 3,200 KG.

A construção do guindaste nesse experimento se dará em três partes, como previsto no projeto: 1) eletroímã, 2) base e braço do Guindaste, 3) sistema de controle.

O eletroímã (figura 2), que é a parte a qual nos prenderemos conceitualmente neste experimento como previsto no projeto, é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético. Constrói-se um eletroímã simples enrolando-se um fio elétrico (geralmente cobre) ao redor de um núcleo de ferro, aço, níquel ou cobalto (materiais ferromagnéticos em geral).

Portanto através da construção de um guindaste elétrico demonstraremos o funcionamento de um eletroímã, e explicaremos experimentalmente a teoria eletromagnética envolvida neste dispositivo. Teoria esta que para muitos é de difícil compreensão, pois envolve conceitos abstratos (por exemplo, campo magnético).

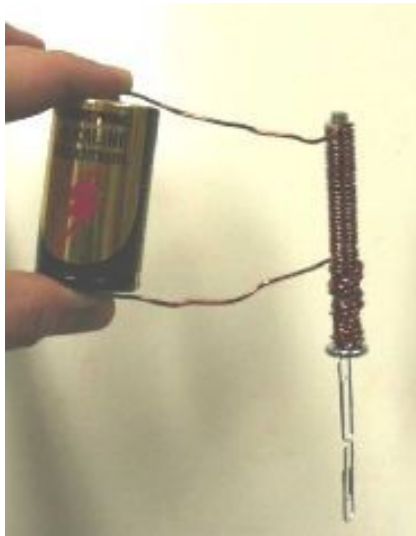


Figura 2: Representação de um eletroímã simples.

Assim este experimento poderá ser aplicado em sala de aula tanto para alunos do ensino médio quanto para universitários dos cursos de exatas, auxiliando-os assim na aprendizagem dos conceitos físicos do eletromagnetismo envolvidos neste projeto.

Como perspectiva futura, esperamos que este projeto possa ser utilizado também para explicar outros conceitos físicos envolvidos, como por exemplo: torque, pressão, volume, entre outros que aparecem nele.

Construção do Guindaste:

1) Eletroímã:

No projeto estava prevista a utilização de um prego ou parafuso para construção do eletroímã, mas foi necessário utilizar um outro material também ferromagnético. Foi utilizado um ferro “doce” (possui baixo teor de carbono em sua estrutura) de aproximadamente 12cm de comprimento com um formato cilíndrico. Utilizou-se um ferro “doce”, pois esse por possuir menor teor de carbono em sua estrutura do que o prego ou parafuso apresenta uma pior memória magnética.

Escolhido o material ferromagnético a ser utilizado foi enrolado nele aproximadamente 200 espiras de fio de cobre esmaltado fino (0,5mm de diâmetro). Prendemos o fio de cobre com uma fita adesiva no ferro nas duas extremidades para evitarmos uma mobilidade das espiras.

Como fonte de alimentação para o eletroímã foram utilizadas duas pilhas de 1,5 Volts cada uma. Elas foram soldadas uma a outra em série, totalizando uma alimentação de 3,0 Volts. Para melhor rendimento das pilhas

foi colocada uma chave de alimentação que fecha o circuito quando acionarmos o botão e deixa o sistema aberto quando o botão for solto, assim evitamos que as pilhas descarreguem rapidamente. Posteriormente foi substituída a chave de alimentação por uma chave de inversão para melhor funcionamento do experimento.

2) Base e braço do Guindaste:

Serramos uma base de madeira de 20x20cm e espessura de 1cm aproximadamente, e três tiras de madeira de (2x16cm, 2x19cm, 2x7cm) e espessura de 1cm.

Cortamos o gargalo da garrafa pet rente à aba. Parafusamos a tira de madeira de 2x16cm na tampa para obtermos uma haste vertical giratória (figura 3). Encaixamos o eletroímã na extremidade da tira horizontal (2x19cm). Fixamos a dobradiça nestas duas tiras como mostrado na figura 4.

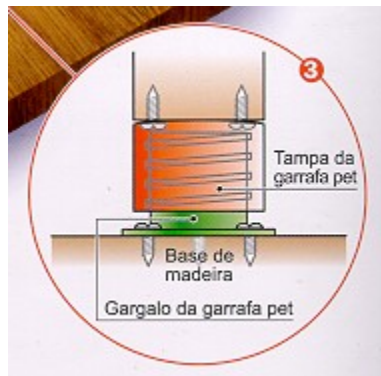


Figura 3: Representação da haste giratória.

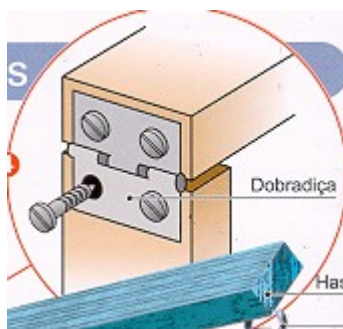


Figura 4: As duas tiras sendo fixadas pela dobradiça.

Posteriormente fixamos o suporte vertical por três parafusos pequenos bem no centro da base de madeira (figura 5), e passamos para montagem do sistema de controle.

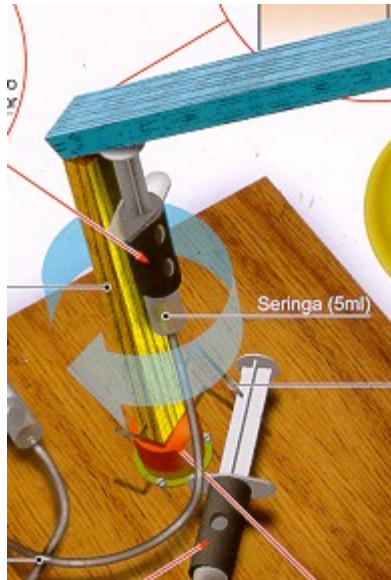


Figura 5: Encaixe da haste giratória.

Uma consideração a ser feita aqui é que a tira de madeira de 2x7cm não foi utilizada como previsto anteriormente (para fixarmos as duas seringas do sistema de controle), mas sim foi utilizada como sustentação para haste giratória, pois com o peso do eletroímã essa tira vertical sofreu uma inclinação.

3) Sistema de controle:

Foram construídos dois suportes de tubo PVC para as seringas. Um para a seringa vertical e outro para a horizontal (ver figura 6). Para construção do suporte vertical, cortamos um pedaço do tubo de PVC de 4cm. Fizemos dois furos de fora a fora, separados de 1,5cm, para encaixe dos parafusos de fixação. Aumentamos o diâmetro dos furos externos para passar a cabeça do parafuso. Para o suporte horizontal foi utilizado outro pedaço de 4cm de PVC, mas a diferença é que este suporte teve apenas um furo no meio com as mesmas características dos furos no suporte vertical. Foi passado um parafuso comprido por este furo e fixamos no tubo com uma porca. Posteriormente foi encaixada uma seringa de 5ml nos dois suportes.

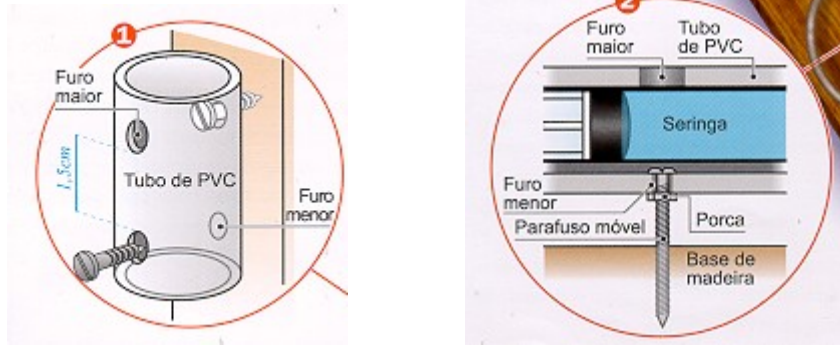


Figura 6: Suportes dePVC para as seringas.

Aqui vale ressaltar que a fixação do suporte de PVC vertical se deu antes de fixarmos a haste giratória mencionada anteriormente na base de madeira, para evitarmos a quebra da tira vertical.

Resultado final da montagem experimental:

Abaixo temos fotos da montagem final do guindaste elétrico. Essa montagem ainda não é definitiva, ou seja, poderá passar por eventuais transformações.

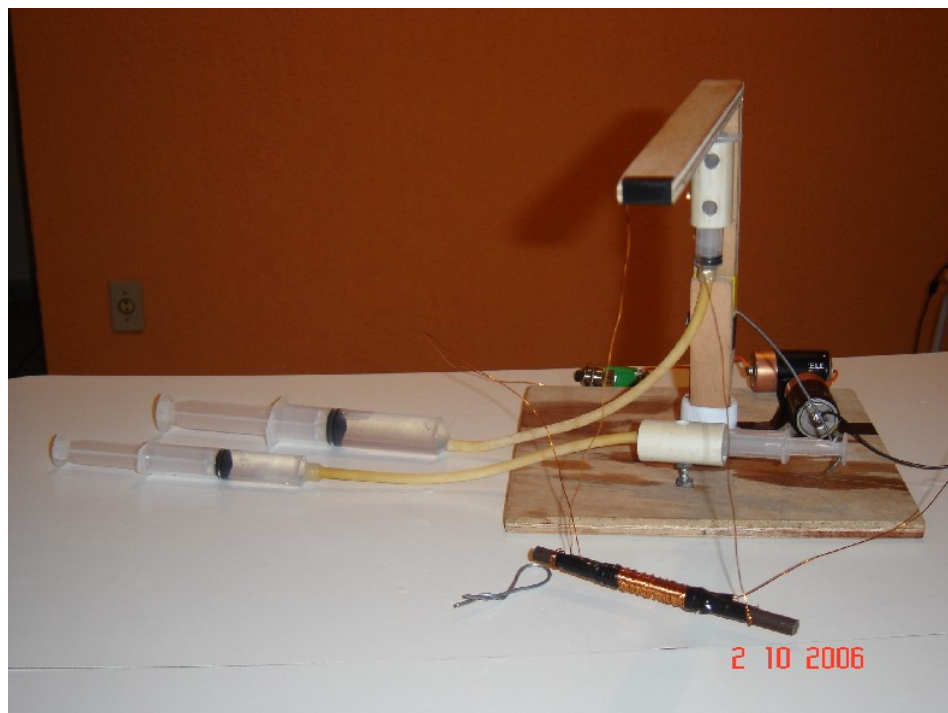


Figura 7: Foto do guindaste elétrico produzido.

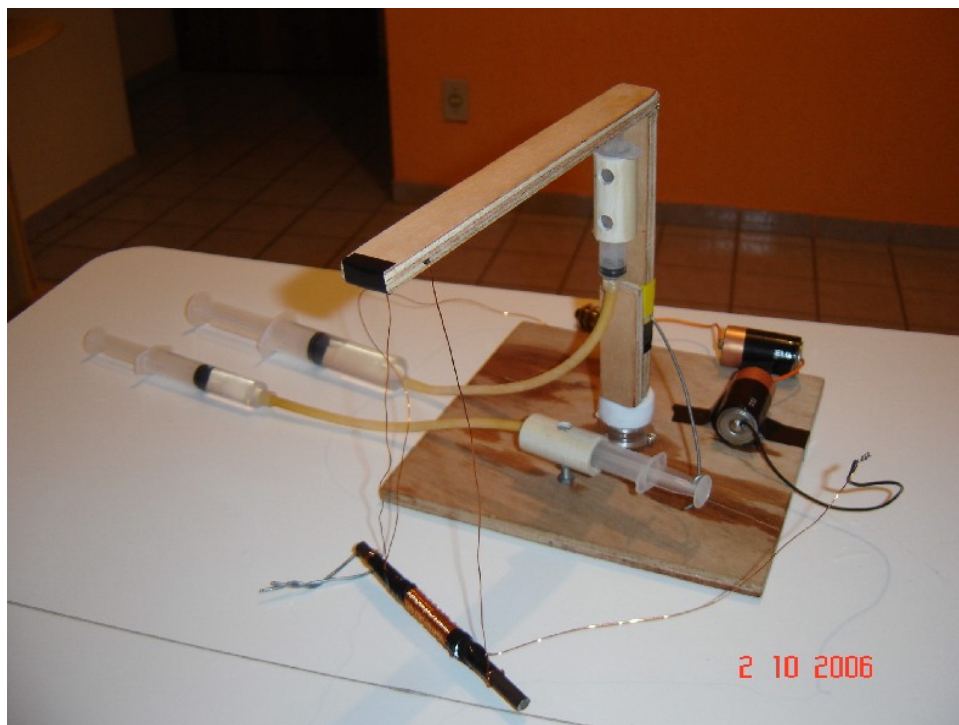


Figura 8: Experimento realizado (outro ângulo de visão).

Conceito físico envolvido num eletroímã:

Em um eletroímã queremos entender como se comporta as linhas de indução do campo magnético criado pela corrente elétrica que percorre um fio condutor, e a lei física que está presente é a que relaciona o campo magnético sobre um laço criado por uma distribuição de corrente que passa através desse laço, conhecida por lei de Ampère. É o equivalente magnético da lei de Gauss em eletrostática, e foi proposta originalmente por André-Marie Ampère (ver apêndice A) e modificada por James Clerk Maxwell, por isso é chamada também de lei de Ampère-Maxwell.

Quando se tem uma distribuição de corrente, também podemos calcular o campo magnético resultante através da lei de Biot-Savart. Porém, se essa distribuição apresentar uma certa simetria será mais fácil utilizarmos a lei de Ampère. Pelo fato do nosso experimento apresentar simetria na distribuição das cargas, será apenas explicado a lei de Ampère, sendo a lei de Biot-Savart apenas citada.

- A lei de Biot e Savart é:
$$d\vec{B} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi} \right) \frac{i d\vec{s} \times \vec{r}}{r^3} ,$$
- μ_0 é a permeabilidade no vácuo;
- i é a corrente elétrica;

- r é o vetor do elemento de corrente até o ponto de cálculo do campo magnético.
- A lei de Ampère é : $\oint B \cdot ds = \mu_0 i_{env}$

A integral do produto escalar ($B \cdot ds$) deve ser integrado ao redor de um laço, conhecido como laço de Ampère. A corrente i_{env} é a corrente resultante envolta por esse laço.

Para determinarmos a direção do campo magnético temos uma regra, conhecida como regra da mão direita: “Segurar o fio com a mão direita com o polegar estendido apontando no sentido da corrente. Seus dedos irão naturalmente se encurvar no sentido das linhas do campo magnético”.

A figura abaixo mostra a seção de um solenóide, mostrando as linhas de campo magnético. Somente as porções posteriores dos enrolamentos separados são mostradas.

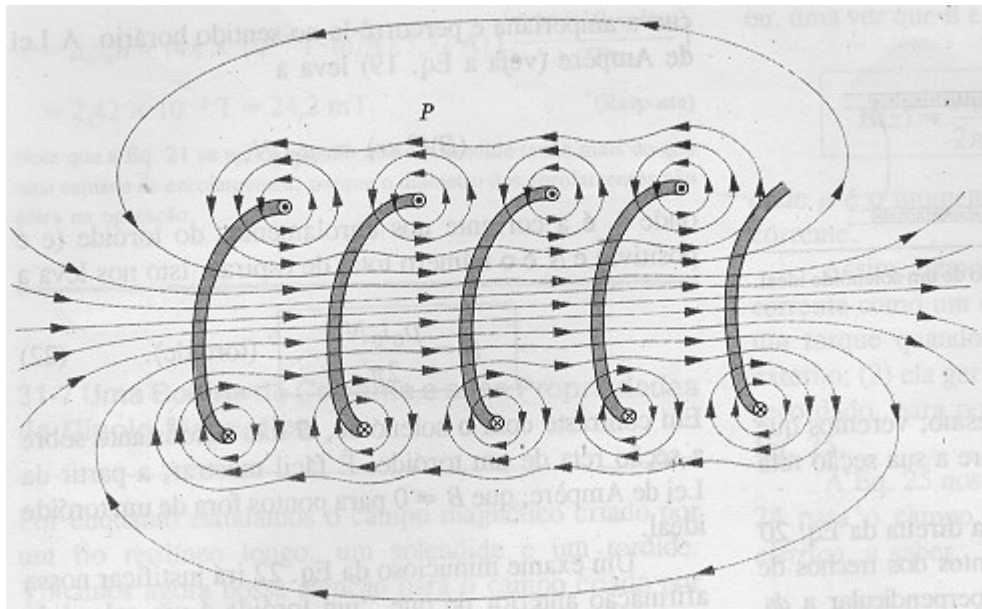


Figura 9: Seção de um solenóide, mostrando as linhas de campo.

A definição acima é proposta para alunos do ensino superior (universitários). Traremos agora uma visão mais simplificada da teoria física envolvida, visando alunos do ensino médio.

O eletroímã deste experimento se comporta como um solenóide, que é constituído por um fio condutor enrolado de modo a formar espiras sucessivas.

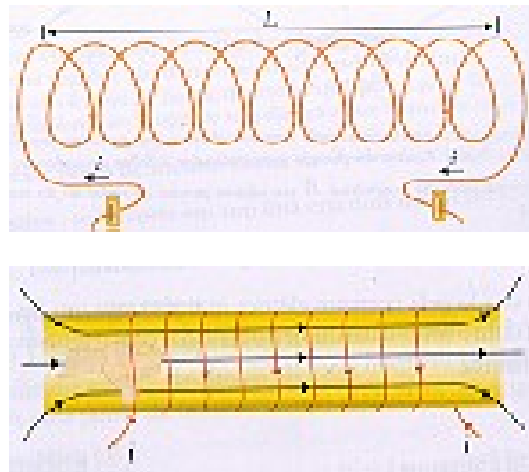


Figura 10: Representação de um solenóide. Sentido da corrente e as linhas de campo dado pela regra da mão direita.

No interior de um solenóide, as linhas de indução magnética são praticamente retas paralelas, caracterizando um campo magnético praticamente uniforme. Quanto mais longo for o solenóide, mais uniforme será o campo magnético no seu interior e mais fraco o campo externo.

A caracterização do vetor indução magnética B , em qualquer ponto do solenóide será:

- Direção: os vetores B têm a direção do eixo do solenóide;
- Sentido: dado pela regra da mão direita;
- Intensidade: $B = \frac{\mu \cdot \eta \cdot i}{L}$

Onde:

- μ : permeabilidade magnética do meio;
- i : intensidade da corrente elétrica que atravessa o solenóide;
- η : número de espiras que constituem o solenóide;
- L : comprimento do solenóide.

Conclusão e perspectivas futuras:

Através do guindaste elétrico podemos demonstrar o funcionamento de um eletroímã, e explicarmos experimentalmente a teoria eletromagnética envolvida neste dispositivo. Teoria esta que para

muitos é de difícil compreensão, pois envolve conceitos abstratos (por exemplo, campo magnético).

Portanto este projeto poderá ser aplicado em sala de aula tanto para alunos do ensino médio quanto para universitários dos cursos de exatas, auxiliando-os assim na aprendizagem dos conceitos físicos do eletromagnetismo envolvidos neste projeto.

Podemos concluir também que os objetivos iniciais propostos foram alcançados, pois o experimento se encontra em funcionamento, e as leis físicas que descrevem o funcionamento de um eletroímã foram descritas. Assim podemos relacionar a teoria com o experimental.

Como perspectiva futura, esperamos que este experimento possa ser utilizado também para explicar outros conceitos físicos envolvidos, como por exemplo: torque, pressão, volume, entre outros que aparecem nele.

Bibliografia:

- 1) Valadares, E., “Física mais que divertida”, segunda edição, 2002, editora UFMG.
- 2) <http://br.geocities.com/saladefisical0/experimentos/e97.htm>
- 3) <http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletro%C3%ADm%C3%A3>
- 4) <http://www.sph.rs.gov.br/sph2005/sph/leilao200510.php>
- 5) <http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/index13.asp>
- 6) <http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F809.htm>
- 7) <http://www.ufsm.br/gef/Eletro.htm#inicio>
- 8) http://pt.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9-Marie_Amp%C3%A8re
- 9) http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_Ampere
- 10) Halliday, D; Resnick, R; Merrill, J; “Fundamentos de Física”, volume 3, terceira edição.
- 11) Eisberg/Lerner; “Física, Fundamentos e Aplicações”, volume 3, segunda edição.

Apêndice – A



Figura11: André-Marie Ampère

André-Marie Ampère (Polémieux-au-Mont-d'Or, 20 de Janeiro 1775, - Marselha, 10 de Junho 1836) foi um físico, filósofo, cientista e matemático francês que fez importantes contribuições para o estudo do eletromagnetismo.

Nasceu em Polémieux-au-Mont-d'Or, próximo a Lyon, na França em 1775. Foi professor de Análise na Escola Politécnica de Paris e no Collège de France. Ocupou-se com vários ramos do conhecimento humano, deixando obras de importância, principalmente no domínio da Física e da Matemática. Partindo das experiências feitas pelo dinamarquês Hans Christian Oersted sobre o efeito magnético da corrente elétrica, soube estruturar e criar a teoria que possibilitou a construção de um grande número de aparelhos eletromagnéticos. Além disso, descobriu as leis que regem as atrações e repulsões das correntes elétricas entre si. Idealizou o galvanômetro, inventou o primeiro telégrafo elétrico e, em colaboração com Arago, o eletroímã.

Entre suas obras, deixou por terminar *Ensaio sobre a filosofia das Ciências*, na qual iniciou a classificação do conhecimento do homem. Publicou *Recueil d'Observations électro-dynamiques*; *La théorie des phénomènes électro-dynamiques*; *Précis de la théorie des phénomènes électro-dynamiques*; *Considérations sur la théorie mathématique du jeu*; *Essai sur la philosophie des sciences*.

Faleceu em Marselha em 1836.

O seu filho Jean Jacques Ampère (Lyon, 12.08.1800, Paris 27.03.1864) foi filólogo, erudito, viajante e historiador literário francês.

Em sua homenagem, foi dado o nome de ampère (símbolo: A) à unidade de medida da intensidade de corrente elétrica.