

Guia Experimental

Episódio de Modelagem II

Grupo: _____

GERADOR ELÉTRICO

Você já ouviu falar em motores que funcionam somente a partir da interação entre ímãs, os chamados motores perpétuos (conforme ilustração na Figura 1)?

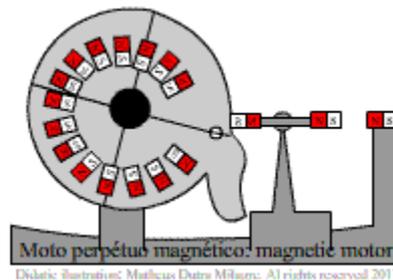


Figura 1 – Ilustração de um motor “perpétuo”. Fonte: <http://bateriasdelitio.net/wp-content/uploads/2015/03/prototipomagneticmotor.gif>.

Diversos cientistas já tentaram construir uma máquina capaz de se movimentar constantemente, ou seja, que nunca pare de funcionar, que fique em eterno movimento. Mas esse fenômeno é impossível de acontecer pela necessidade de criar energia a partir do nada, o que contraria o princípio da conservação de energia, que diz que a energia pode ser transformada de uma forma para outra, e transferida de um corpo para o outro, sendo conservada. (Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-motoperpetuo.htm>)

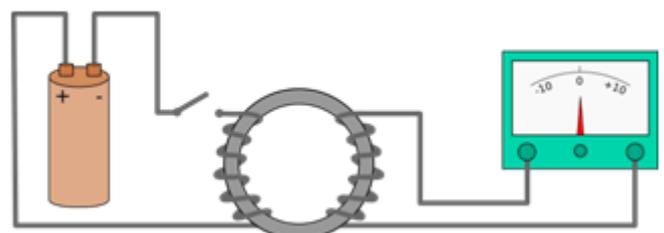
Vamos explorar o princípio de funcionamento de um gerador elétrico para afirmarmos que esse tipo de motor viola a Lei de Faraday-Lenz e é impossível obter o seu funcionamento *ad eternum* (ficar ligado eternamente sem o uso de nenhuma fonte de energia externa).

Você sabia que:

Faraday realizou alguns experimentos sobre indução elétrica baseado em pesquisas de outros cientistas em 1825, que intitulou de “Experimentos de indução pela conexão de fio na bateria voltaica”. Durante os anos seguintes, ele afastou-se quase totalmente das pesquisas eletromagnéticas.

Em suas anotações relativas ao dia 29 de agosto de 1831, Faraday começou por descrever um anel de ferro circular em que várias espiras de fio de cobre foram enroladas ao redor de uma metade do anel (lado A). No outro lado, mas

Figura 2 – Ilustração do experimento de Faraday.



Fonte: <https://goo.gl/fki4zR>

separado por um intervalo, foram enrolados fios em dois pedaços juntos, na mesma direção das primeiras espiras (lado B). Faraday acreditava que a passagem de corrente elétrica em um dos enrolamentos poderia induzir uma corrente elétrica no outro enrolamento. Os dois enrolamentos do lado B foram unidos para formar um único, e sua extremidade foi conectada a um fio de cobre passando sobre uma agulha magnética. Deste modo, a agulha ao mover-se indicaria a passagem de uma corrente pelo lado B do anel. Uma das espiras do lado A foi conectada com uma bateria e, com a passagem da corrente pelo lado A, vinda da bateria, uma corrente foi detectada no lado B do anel. Imediatamente um efeito sensível apareceu na agulha. Esta oscilou e estabeleceu-se por fim na posição inicial. Quebrando a conexão do lado A com a bateria, novamente houve uma perturbação na agulha. Faraday havia encontrado um efeito e, para confirmá-lo, juntou as extremidades das espiras do lado A em um enrolamento único e conectou com a bateria. Um efeito ainda mais forte foi observado na agulha. A corrente somente surgia em B imediatamente após conectar o lado A com a bateria ou imediatamente ao desconectá-lo. Quando a corrente estava fluindo continuamente no lado A, nada ocorria no lado B. (DIAS e MARTINS, 2004)

Lei de Faraday-Lenz

O enunciado desta lei diz que a variação do Fluxo Magnético (Φ_B) pela função do tempo (Δt) gera uma força eletromotriz induzida (ε), com sentido contrário à variação do fluxo (Equação 1).

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} \quad \text{Equação 1}$$

Para um melhor entendimento da Lei de Faraday-Lenz precisamos discutir o conceito de fluxo magnético. Qualitativamente podemos dizer que o fluxo magnético que atravessa uma superfície fechada é proporcional ao número de linhas de campo magnético que atravessam tal superfície, mas precisamos definir um sentido de orientação. Tradicionalmente se adota Φ_B positivo quando as linhas atravessam a superfície da esquerda para a direita, nas situações em que o ímã se encontra a direita da espira. A seguir são apresentados exemplos de fluxo positivo, negativo e nulo (Figura 3).

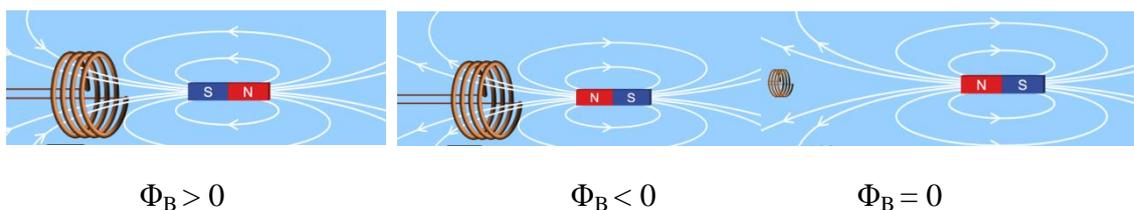
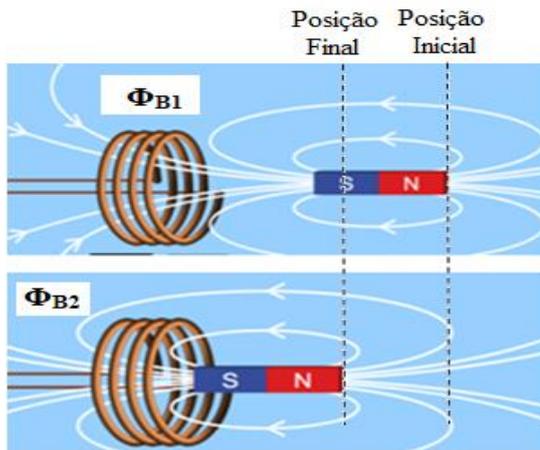


Figura 3 – Definição do sentido do fluxo magnético em uma bobina.

Agora vamos analisar a situação de um ímã com o polo sul se aproximando de uma bobina, a partir da Figura 4.



Neste caso, se observa que ao aproximar o ímã da bobina, o número de linhas que a atravessam aumenta. Logo:

$\Phi_{B2} - \Phi_{B1} > 0$, pois $\Phi_{B1} < \Phi_{B2}$.

Figura 4 – Análise do sinal da variação do fluxo magnético em uma bobina, quando um ímã se aproxima com o polo sul em direção a bobina.

Conhecendo o sinal da variação do fluxo magnético, podemos prever o sinal da força eletromotriz induzida. No caso de aproximarmos o ímã com o polo sul virado para a bobina temos um aumento no fluxo magnético (variação positiva) e assim o termo entre parênteses da Equação 2 é positivo, conseqüentemente a diferença de potencial na bobina será negativa:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = - \frac{(\Phi_{B2} - \Phi_{B1})}{\Delta t} < 0 \quad \text{Equação 2}$$

Questão teórica:

Se, ao invés de aproximar o ímã da bobina, o ímã for afastado, a força eletromotriz permaneceria negativa? Justifique.

O surgimento da força eletromotriz induzida pode ser explicado pela presença de um campo magnético induzido que surge para se opor a variação de fluxo magnético (imagem cilíndrica representada no interior da bobina da Figura 5). A origem desse campo é devido a uma

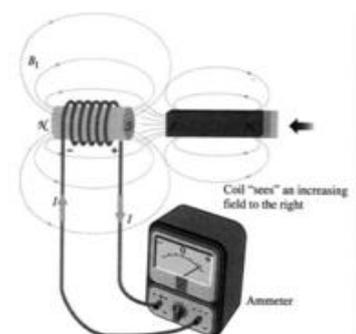


Figura 5 – Ilustração sobre o sentido do campo induzido.

corrente induzida gerada a partir da força eletromotriz induzida. Esta corrente, por sua vez, gera o campo magnético indutivo que se opõe a essa variação, gerando um polo magnético idêntico ao que está se aproximando ou de polo diferente se estiver se afastando.

Importante: Da análise entre os campos podemos afirmar que quando há movimento de aproximação o campo magnético do ímã tende a ser repelido pelo campo induzido da bobina e quando há movimento de afastamento os campos se atraem.

Nesse episódio iremos tratar somente do comportamento do módulo da força eletromotriz induzida, sem nos preocuparmos com o sentido da corrente elétrica induzida. Espera-se que ao final das atividades você seja capaz de entender que para um gerador o sentido da corrente elétrica não é um fator que influencia na energia elétrica gerada.

Episódio de Modelagem: Parte I – Bobina, Ímã e Galvanômetro

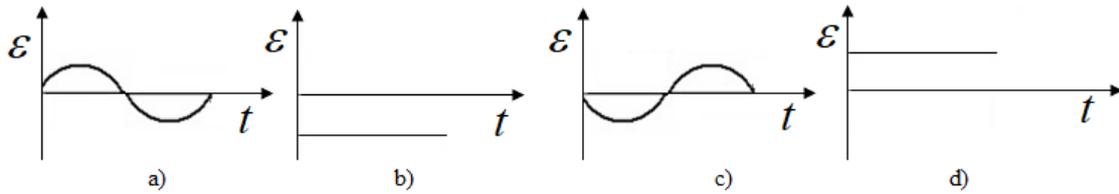
Nesta tarefa, inicialmente você deverá prever alguns resultados teóricos e posteriormente fazer a manipulação dos materiais experimentais para observar e explicar as semelhanças e diferenças entre suas previsões e as investigações experimentais.

Predição 1.1 – Ao aproximar um ímã de uma bobina a força eletromotriz induzida é constante durante todo o intervalo de tempo enquanto o ímã estiver em movimento?

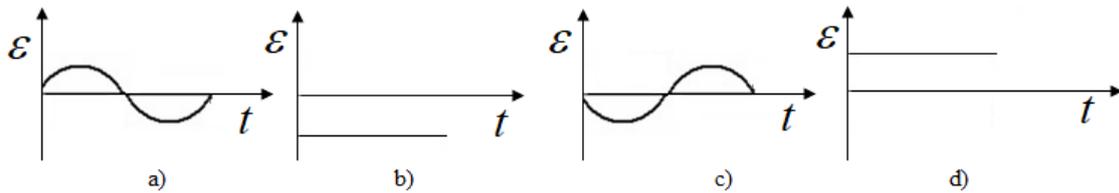
Predição 1.2 – Ao aproximar um ímã de uma bobina a força eletromotriz induzida independe do intervalo de tempo gasto para deslocar o ímã?

Predição 1.3 – Se um ímã está a 10 cm de uma bobina e é deslocado para a distância de 6 cm em um intervalo de 1 segundo e em seguida para a distância de 2 cm (mesmo deslocamento de 4 cm) a força eletromotriz induzida em ambos os casos terá o mesmo valor?

Predição 1.4 – Dados os gráficos a seguir, qual(is) opção(ões) poderia(m) representar a força eletromotriz induzida gerada em uma bobina a partir do movimento de aproximação e afastamento de um ímã?



Predição 1.5 – Dados os gráficos a seguir qual(is) opção(ões) poderia(m) representar a diferença de potencial gerada em uma pilha a partir da ligação da mesma nas extremidades do galvanômetro?



Interagir e Explicar: Utilize os materiais experimentais para interagir e explicar as semelhanças e diferenças entre suas previsões e as observações experimentais.