

*Proposta de Projeto de Física Experimental III:*

## **ESTUDO DA CONVERSÃO ELETROMECÂNICA DE ENERGIA**

### **Participantes:**

- Grupo V02 – Prof. Valmir Chitta:  
Marlon Resende Faria – nºUSP: 6435329  
Guilherme Camargos Tavares Favaro – nºUSP: 8540251
  
- Grupo E08 – Prof. Alexandre Suaide:  
Isabela Caruso Galvani – nºUSP: 8604508  
Gabriela Labadeça – nºUSP: 7994812

*\*Optamos por um grupo com 4 pessoas, pois acreditamos ser o suficiente para a realização do projeto, foi enviado um e-mail para o Prof. Suaide sobre a opção, porém ainda não obteve-se resposta.*

### **Atribuições:**

*Marlon:* montagem do experimento, tomada e análise de dados, confecção de tabelas e gráficos, confecção do relatório do experimento.

*Guilherme:* montagem do experimento, tomada e análise de dados, confecção de tabelas e gráficos, confecção do relatório do experimento.

*Isabela:* montagem do experimento, tomada e análise de dados, confecção de tabelas e gráficos, confecção do relatório do experimento.

*Gabriela:* montagem do experimento, tomada e análise de dados, confecção de tabelas e gráficos, confecção do relatório do experimento.

## **RESUMO**

*O impacto ambiental causado pela utilização dos recursos naturais é uma das maiores preocupações da sociedade contemporânea. A utilização de energia de recursos naturais propiciou grandes mudanças como a revolução industrial, entretanto essa utilização gera consequências negativas que afetam o meio ambiente. Em uma sociedade em que a demanda de energia aumenta cada vez mais, é imperativo o estudo da utilização de fontes energéticas renováveis e de impacto mínimo ao ambiente.*

*A Física tem um importante papel na busca destas fontes energéticas na natureza e no aperfeiçoamento da eficiência das máquinas e aparelhos. O estudo da conversão da energia mecânica em energia elétrica é uma das mais importantes, pois pode ser usado no entendimento e aperfeiçoamento de outras fontes energéticas, como, por exemplo, energia eólica (cinética), hidrelétrica (potencial) e veículos híbridos (cinética e potencial).*

*Nosso objetivo é obter e analisar a eficiência da conversão e armazenamento de energia mecânica em energia elétrica. Para isso serão realizadas análises sobre como se dá a conversão eletromecânica de energia e sua eficiência em comparação com a conversão de energia solar em energia elétrica, realizada no Experimento 1 desta disciplina.*

# 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A energia mecânica total de um corpo é a capacidade do mesmo de realizar trabalho, essa energia é a soma das energias cinética e potencial, sendo a primeira relacionada ao movimento e a segunda à capacidade de armazenar energia, seja na forma gravitacional ou elástica.

$$E_{mecânica} = E_{cinética} + E_{potencial}$$

Este estudo tem como foco a energia potencial gravitacional, sendo esta fonte de energia muito explorada em usinas hidrelétricas e, atualmente, em veículos híbridos. A energia potencial gravitacional está associada à posição de um corpo em um referencial qual interage com o campo gravitacional da Terra. Sendo calculada pela equação:

$$E_{pg} = mgh$$

sendo  $m$  a massa,  $g$  a constante gravitacional e  $h$  a altura em relação ao referencial.

Para a conversão de energia mecânica em energia elétrica utiliza-se um dínamo, este aparelho gera uma corrente contínua, convertendo energia mecânica em elétrica, através de indução eletromagnética. Sendo este o princípio da lei de Faraday contida em uma das 4 leis de Maxwell.

A lei da indução de Faraday, elaborada por Michael Faraday a partir de 1831, afirma que a corrente elétrica induzida em um circuito fechado por um campo magnético, é proporcional ao número de linhas do fluxo que atravessa a área envolvida do circuito, na unidade de tempo.

$$\oint_c \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

Sendo  $E$  o campo elétrico induzido,  $ds$  é um elemento infinitesimal do circuito e  $d\Phi_B/dt$  é a variação do fluxo magnético. Uma maneira alternativa de se representar é na forma da diferença na função do campo magnético  $B$ :

$$\nabla \times \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

Portanto:

$$V_i = \oint_c \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s}$$

A lei de Faraday-Lenz enuncia que a força eletromotriz induzida num circuito elétrico é igual a variação do fluxo magnético concatenado ao circuito. É importante notar que um campo magnético constante não dá origem ao fenômeno da indução. Por esta razão, não é possível colocar um magneto no interior de um solenoide e obter energia elétrica. É necessário que o magneto ou o solenóide movam-se, consumindo energia mecânica. Por

esse motivo que um transformador só funciona com corrente alternada. A lei é de natureza relativística, portanto o seu efeito é resultado do movimento do circuito em relação ao campo magnético.

A contribuição fundamental de Heinrich Lenz foi a direção da força eletromotriz (o sinal negativo na fórmula). A corrente induzida no circuito é de fato gerada por um campo magnético, e a lei de Lenz afirma que o sentido da corrente é o oposto da variação do campo magnético que a gera.

Se o campo magnético concatenado ao circuito está diminuindo, o campo magnético gerado pela corrente induzida será na mesma direção do campo original (se opõem a diminuição), se, pelo contrário, o campo magnético concatenado está aumentando, o campo magnético gerado irá em direção oposta ao original (se opõem ao aumento).

Esta última análise é compatível com o princípio da conservação de energia. Se o circuito é aberto e não há fluxo de corrente, não há dissipação de energia pelo efeito Joule. Por este motivo não há uma força de reação à variação do campo magnético e o movimento do magneto ou do circuito não realiza trabalho (força nula x movimento = zero). Se, ao contrário, existir corrente circulando no circuito (com dissipação de energia), a variação do campo magnético resultará numa resistência que demandará a realização de trabalho. Com base neste princípio um gerador consome tanto mais energia mecânica quanto mais energia elétrica ele produz (sem considerar a energia perdida por atrito e pelo efeito Joule).

## 2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

**Instrumentos:** Multímetro, cronômetro, fita métrica, balança de pesagem e paquímetro.

**Itens do aparato:** Suporte de aproximadamente 1,5m com uma roldana e manivela, pesos de diferentes massas, dínamo ligado a uma bateria, pilhas descarregadas (previamente utilizadas no Experimento 1) e fios condutores.

**Arranjo:** A polia do dínamo estará enrolada em um barbante que passará pela roldana localizada a aproximadamente 1,5m do chão e ficará presa ao peso. Quando o peso for liberado do alto do suporte, entrará em queda aplicando uma tensão sobre o barbante que aplicará um torque sobre a polia. Por fim, esta polia fará o dínamo entrar em funcionamento, como mostra a figura 1. O dínamo irá converter a energia mecânica em elétrica, carregando a pilha.



*Figura 1- Representação do dínamo, da manivela, da polia e peso.*

**Descrição experimental:** Determinar tempo de queda do peso, obtendo assim o intervalo de tempo em que a pilha é carregada, medir o aumento da tensão na pilha e repetir várias vezes esse processo. Ao final da carga, integrar numericamente o gráfico  $V_{xt}$  da pilha obtendo a energia armazenada. Comparar com a energia potencial, calculada teoricamente, e mensura-se a eficiência energética da conversão. Calcular o trabalho realizado ao girar a manivela para levantar o peso e determinar a perda de energia dessa conversão. Obter curva característica do dínamo e sua potência. Comparar a eficiência de carga pela conversão de energia potencial gravitacional com a energia luminosa estudada no Experimento 1.

**Estimativa para execução:** 3 a 4 semanas.