

# PROPOSTA DO PROJETO – FÍSICA EXPERIMENTAL III

## MONTAGEM E ESTUDO TEÓRICO DE UM AEROGERADOR DE PEQUENO PORTE

### **Participantes:**

Caio Guerra de Oliveira – nº USP 8011956 – Grupo V06

Camila da Cunha Lopes – nº USP 8011977 – Grupo V07

Felipe Lisbona Cavalcante – nº USP 5643685 – Grupo A04

Gabriel Martins Palma Perez – nº USP 7599658 – Grupo V06

Matheus Rezende Lino – nº USP 8011810 – Grupo V07

Pedro Augusto Sampaio Messias Ribeiro – nº USP 8011914 – Grupo A04

## INTRODUÇÃO TEÓRICA

O uso crescente de fontes renováveis de energia elétrica – solar, hídrica e eólica – se mostra importante devido à escassez de recursos e à necessidade do uso de energia limpa, com o menor impacto possível ao meio ambiente. A captação e transmissão desse tipo de energia são feitas por equipamentos específicos que convertem cada tipo de energia em eletricidade.

Para, de certa forma, complementar o estudo de energias renováveis feito no primeiro experimento, a fonte a ser estudada será a eólica. Projetos de usinas deste tipo são de grande complexidade por depender de muitos fatores como localidade (com presença de ventos de grande magnitude) e o impacto ambiental associado à esse tipo de instalação. Mesmo assim, é considerada uma fonte de energia limpa por usar um recurso natural praticamente inesgotável e ter significativa eficiência associada.

Os equipamentos utilizados para captação de energia eólica, chamados de aerogeradores, convertem energia cinética em elétrica. O vento transfere energia cinética para as pás à medida que as impulsiona. As pás são conectadas a um eixo que movimenta o gerador que, ao ser movimentado, gera um campo magnético variável com o tempo por conta do movimento relativo entre ímãs e suas espiras (enrolamento de fios). Assim, por efeito da lei de Faraday, esse campo magnético gera um campo elétrico responsável pela indução de corrente elétrica. Um gerador eólico comercial é composto por: rotor, captando a potência do vento; nacelle, que abriga o eixo, estabilizadores e gerador elétrico; eixo, que faz a ligação entre o rotor e o gerador elétrico e; a torre, como função estrutural e que abriga componentes de controle.

A performance de um gerador eólico é definida pela equação de Betz (1).

$$P = \frac{1}{2} C_p \rho S v^3 \quad (1)$$

onde P é a potência do vento,  $C_p$  é o coeficiente de performance do gerador eólico,  $\rho$  é a densidade do ar, S é a área perpendicular à velocidade instantânea do vento  $v$ .

Para obter maior rotação no rotor e atingir o nível de RPM necessário para o funcionamento do gerador elétrico, é preciso acoplar a ele uma série de engrenagens ou correias, que são definidas pela equação das engrenagens (2).

$$R = \frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{r_b}{r_a} \quad (2)$$

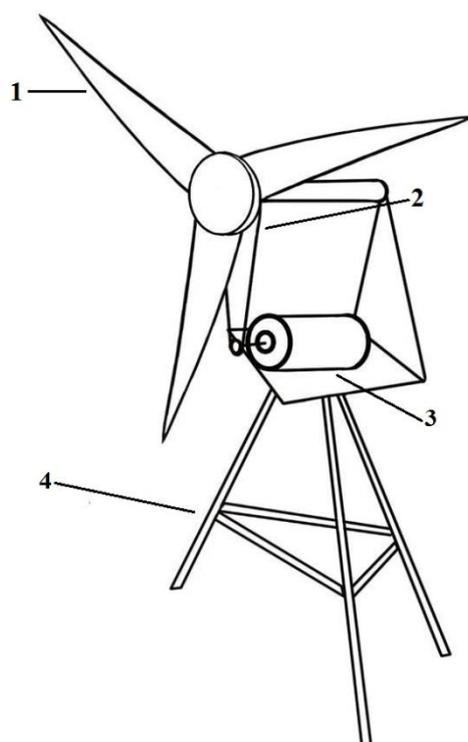
onde R é a razão do trem de engrenagens a e b, equivalente à proporção de aumento ou diminuição da rotação.

## **OBJETIVOS**

O modelo a ser construído e estudado é um aerogerador de pequeno porte com rotor no eixo horizontal. Além de estudar as características físicas e rendimentos dos componentes envolvidos no funcionamento deste, outros objetivos incluem a avaliação de seu desempenho em diferentes situações – por exemplo, utilizando diferentes ângulos de ataque do vento ou alternando os componentes de sua montagem. Nestes casos, serão analisadas as situações e montagens em que as hélices estão mais propensas a sofrer turbulências e comparar a sua eficiência a partir da potência obtida.

## **METODOLOGIA**

Para cumprir tais objetivos, será construído um aerogerador (baseado em modelos já construídos, consultados previamente pelo grupo). Este será composto por: hélices feitas com algum material leve (como PVC, acrílico, etc); um pequeno motor elétrico responsável pela conversão de energia mecânica em energia elétrica; um arranjo de correias ou engrenagens para transmitir e aumentar a velocidade angular das hélices para o motor e; uma base para manter todo o aparato unido. A seguir é exibido um esquema do que se espera montar (Fig.1).



**Figura 1 - Modelo teórico do aerogerador pretendido para este estudo. Em 1 estão as hélices, em 2 a correia, em 3 o motor elétrico e em 4 a base.**

Entretanto, antes de estudar o funcionamento do gerador eólico é necessário entender o funcionamento do motor elétrico. Ou seja, primeiramente mediremos sua curva característica e curva de potência usando materiais como fonte de tensão, multímetros e resistências auxiliares. Assim torna-se possível determinar sua eficiência e desempenho.

Isto posto, pretende-se examinar a eficiência deste gerador eólico analisando seu coeficiente de performance ( $C_p$ ). Para isto, serão utilizados um ventilador (necessário para representar as correntes de vento em escala reduzida) e um anemômetro (medidor de velocidade de ventos) para quantificar a intensidade do vento gerado. Conjuntamente pretende-se variar o número de hélices e seu ângulo de ataque em relação ao vento.

O cronograma previsto para execução deste experimento é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Cronograma de execução do experimento.**

<i>Período</i>	<i>Tarefas</i>
7/10 a 14/10	Definição e aquisição dos componentes necessários para montagem do protótipo
14/10 a 7/11	Montagem e teste inicial do protótipo
10/11 a 28/11	Aferição de medidas

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Pretende-se conhecer as curvas características e de potência do sistema de transmissão do gerador elétrico, estimando as perdas de desempenho do sistema e o rendimento de cada montagem, de forma a definir o melhor ângulo de ataque e número de pás. Como resultado principal, espera-se obter a curva de performance do aerogerador completo ( $C_p$  versus velocidade do vento), encontrando seu valor máximo e comparando com o valor teórico previsto pelo modelo da equação de Betz - o chamado limite de Betz, definido como  $16/27$  ou aproximadamente 59,3%.

## **REFERÊNCIAS**

<http://mragheb.com/NPRE%20475%20Wind%20Power%20Systems/Wind%20Energy%20Conversion%20Theory%20Betz%20Equation..pdf> – consultado em setembro de 2014.

[http://www.cpdee.ufmg.br/~selenios/Geracao/EEE934\\_2a.pdf](http://www.cpdee.ufmg.br/~selenios/Geracao/EEE934_2a.pdf) - consultado em setembro de 2014.

[http://www.solar.coppe.ufrj.br/eolica/eol\\_txt.htm](http://www.solar.coppe.ufrj.br/eolica/eol_txt.htm) - consultado em setembro de 2014.

<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/40439.pdf> - consultado em setembro de 2014.

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010245.pdf> - consultado em setembro de 2014.