

ENERGIA EÓLICA: VIABILIDADE TÉCNICA DE SUA UTILIZAÇÃO

RESUMO

O objetivo deste artigo é mostrar que é possível a utilização de sistemas eólicos para geração de eletricidade e conexão à rede elétrica.

ABSTRACT

The purpose this article is to show that is possible the utilisation of Wind Power to generation of electricity and connection the electrical network.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as fontes renováveis de energia a eólica se constitui como uma das fontes de energia de destaque no contexto energético mundial. Ecologicamente limpa, a energia oriunda dos ventos tem tido grande aceitação para geração de eletricidade em vários países do mundo, tais como a Alemanha, com 2874 Mw de potência eólica instalada, vindo em seguida os Estados Unidos com 1952 Mw, a Dinamarca com 1450 Mw, a Índia com 968 Mw, a Espanha com 834 Mw e o Brasil com 20 Mw.

Como fonte complementar do sistema elétrico, a energia eólica tem sido técnica e economicamente viável, conforme podemos constatar pela aceita-

bilidade dessa fonte energética em países já citados anteriormente.

No Brasil, entendemos que há necessidade de um maior empenho por parte do governo, das universidades e dos centros de pesquisa, no sentido de criar condições que estimulem a pesquisa e a difusão dessa tecnologia já conhecida em várias partes do mundo.

2. CAPTAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

A energia cinética do ar em movimento pode ser calculada pela expressão: $E=1/2mV^2$, sendo: m=massa do volume de ar e V=velocidade do vento.

Eudes Pontes da Silva

MSc.(COPPE/UFRJ)
Professor Adjunto da
UNIFOR

Supondo que o ar em movimento passe por uma superfície de área circular de área A, a potência disponível P, da massa de ar, pode ser determinada pela relação energia por unidade de tempo, portanto: $E/t = mV^2/2t$. Como $m = \rho Ar$ (massa específica do ar) \times Var (volume do ar), então $P = \rho Ar \times Var \times V^2/2t$, onde $Var = A \times V$. Substituindo Var na expressão da potência, resulta $P = \rho Ar \times A \times V \times V^2/2t$; considerando a unidade de tempo $t = 1s$, a expressão para a potência disponível se torna $P = 1/2 \rho Ar \times A \times V^3$. É bom ressaltar que a potência máxima teoricamente captada segundo as experiências de Betz, é 16/27 de P, portanto $P_{máxima} = 16/27 \times 1/2 \rho Ar \times A \times V^3 = 0,592 P$, sendo 0,592 conhecido como limite de Betz. A expressão P máxima pode também ser escrita da seguinte forma: $P_{máx.} = 16/27 \times 1/2 \rho Ar \times \pi \times D^2/4 \times V^3$, onde D é o diâmetro da superfície circular, essa expressão mostra a relação entre a potência e o cubo da velocidade do vento. A velocidade do vento é um dos parâmetros fundamentais para projetos de sistemas de aproveitamento eólico, sendo suas medidas obtidas em função da altura e da rugosidade do terreno onde são efetuadas as medições.

Uma fórmula bastante usada para o cálculo da velocidade em função da altura é:

$$V(h) = V(h/10)^\eta$$

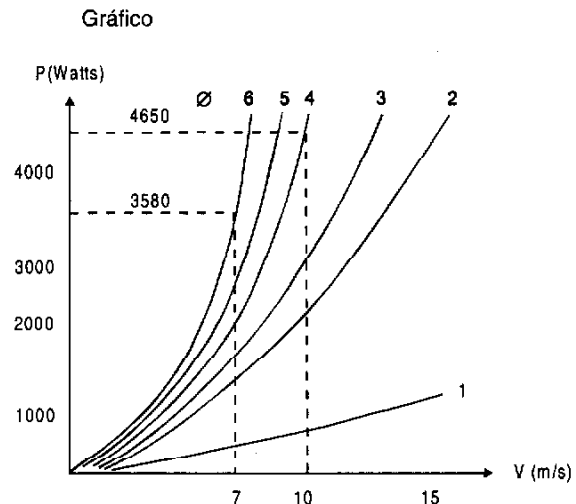
Onde: V(h) = Velocidade a uma altura h, sendo V em m/s e h em metros

η = é um fator que depende da rugosidade do solo conforme dados abaixo

Rugosidade do Solo	η
Alta rugosidade	1/7
Média rugosidade	1/11
Baixa rugosidade	1/15

Fonte: Torres, Cleantho da Câmara

No gráfico a seguir são mostradas as relações entre potência, velocidade do vento e diâmetro da superfície.



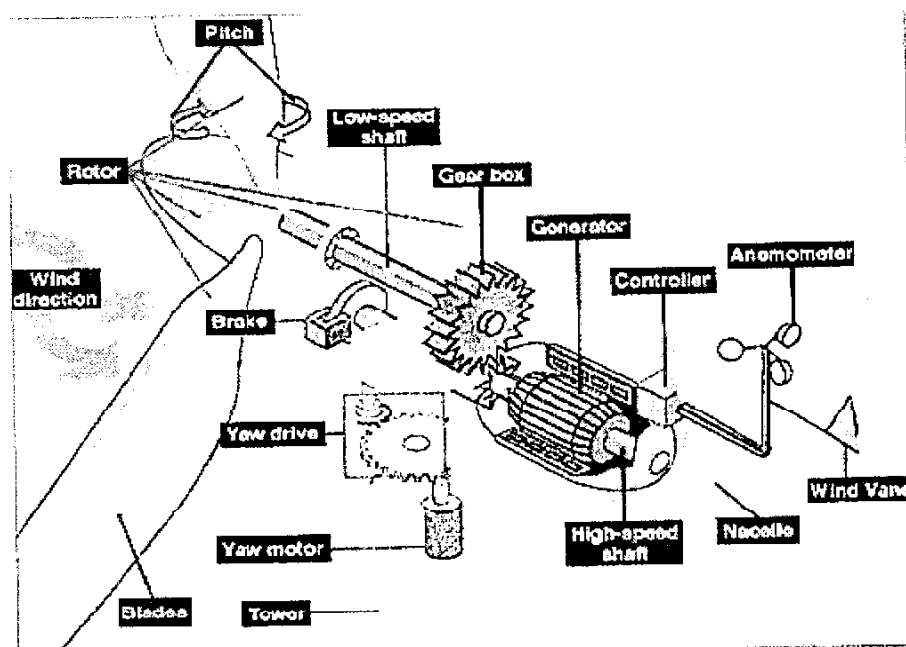
Fonte: Revista Energia-nº23-1982 - São Paulo-SP

3. TECNOLOGIA DE APROVEITAMENTO DA ENERGIA EÓLICA

Uma das finalidades do aproveitamento da energia dos ventos é a geração de eletricidade, que é feita através de aerogeradores ou turbinas, que são máquinas projetadas para esse fim.

Os dois mais conhecidos tipos de aerogerador são os de rotor de eixo horizontal e os de rotor de eixo vertical. Estes rotores são submetidos a dois tipos de forças aerodinâmicas chamadas de "lift" ou empuxo e "drag" ou arrasto. "Lift" são as forças perpendiculares ao fluxo do vento e "drag" são as forças paralelas a esse mesmo fluxo. A soma destas forças ocasionam o movimento das pás que fazem girar o eixo do rotor.

Na figura abaixo apresentamos as partes que compõem um determinado aerogerador e definimos cada uma delas.



Fonte: U.S Department of Energy Wind Energy Program

- Anemometer (anemômetro): Mede a velocidade do vento e transmite a informação para o sistema de controle.
- Blades: São as pás do aerogerador.
- Brake: É o freio. Para o rotor em emergências.
- Controller: Possui sensores que além de serem responsáveis pela partida e parada eventual do aerogerador em uma emergência, fornecem dados que mantém o aerogerador funcionando normalmente.
- Gear Box: Caixa que conecta o eixo de baixa velocidade ao eixo de alta velocidade do gerador.
- Generator(gerador): Absorve a potência mecânica produzida pelo rotor e converte-a em energia elétrica.
- High-speed shaft: Eixo de alta velocidade.
- Low-speed shaft: Eixo de baixa velocidade.
- Nacelle: Inclui engrenagem, eixos de baixa e alta velocidades, gerador, controle e freio. Poderia ser entendido como a "carcaça" do aerogerador.
- Pitch: As pás são giradas em torno do seu

eixo longitudinal para manter constante a rotação do gerador.

- Rotor: As pás e o cubo juntos formam o rotor.
- Tower: A torre pode ser tubular de aço ou de treliça também de aço.
- Wind Vane: Afere a direção do vento e comunica-se com o Yaw Drive que orienta o aerogerador na direção do vento.
- Yaw Motor: É o motor responsável pelo funcionamento do Yaw Drive.

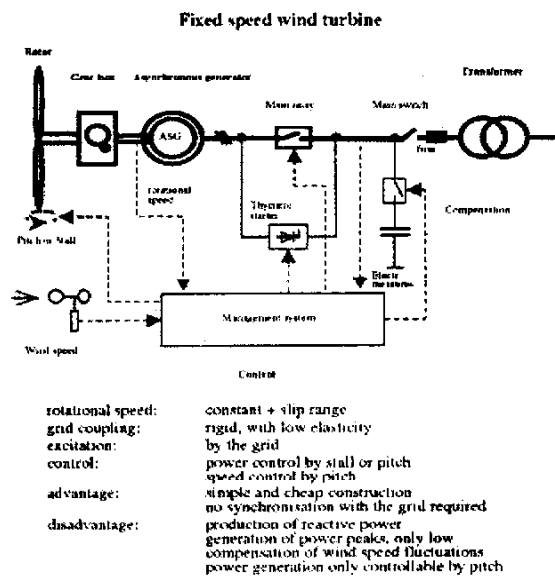
4. INTERLIGAÇÃO DE UMA TURBINA EÓLICA À REDE ELÉTRICA

A geração de energia eólica para interligação à rede pode ser feita através de aerogeradores ou turbinas, com rotor de velocidade constante ou de velocidade variável.

O rotor de velocidade constante tem a sua velocidade determinada pela frequência da rede e trabalha com gerador assíncrono. Não necessita de nenhum sistema de controle de velocidade pois a regulação da velocidade é feita pela rede.

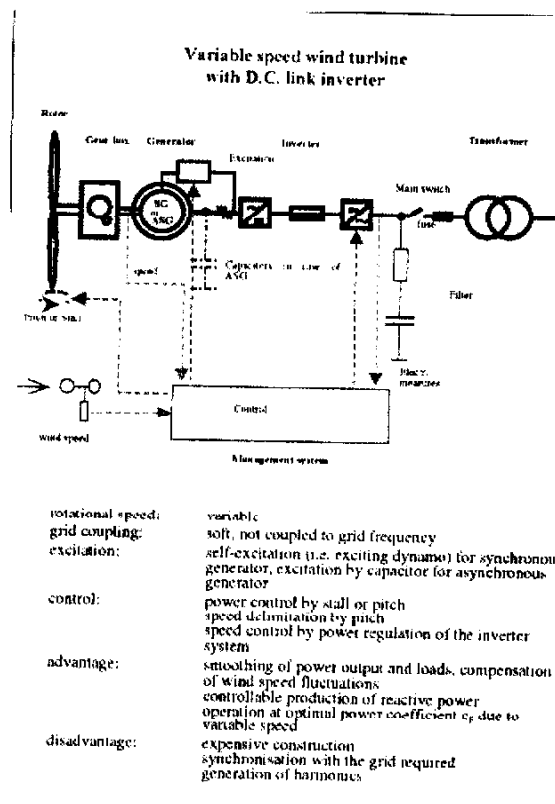
O rotor de velocidade variável utiliza o gerador síncrono, e sua velocidade de rotação varia de acordo com a velocidade do vento, sendo necessário conversão da frequência por intermédio de retificador AC/DC e inversor DC/AC.

Abaixo é apresentado o esquema de interligação à rede de uma turbina com rotor de velocidade constante. Conforme podemos observar, os componentes fundamentais para a conversão eólica são: o rotor que converte a energia dos ventos em energia mecânica, o multiplicador que faz o acoplamento da velocidade do rotor à do gerador, e o gerador que utiliza a potência mecânica oriunda do rotor e a transforma em energia elétrica injetando-na na rede através de um transformador.



Fonte: DEWI, Instituto Alemão de Energia Eólica

Em se tratando da turbina com velocidade variável é possível desacoplar a velocidade de rotação do rotor e portanto do gerador da frequência da rede, possibilitando dessa forma o rotor ajustar-se livremente à velocidade do vento. Conforme é mostrado na figura a seguir, a máquina é ligada à rede por um inversor eletrônico, que juntamente com o gerador transformam a energia mecânica vinda do rotor em energia elétrica que será transferida para a rede.



Fonte: DEWI-Instituto Alemão de Energia Eólica

5. CONCLUSÃO

O que foi mostrado nesse artigo revela o estágio avançado da tecnologia de sistemas eólicos e a importância que deve ser conferida ao aproveitamento da energia dos ventos para geração de eletricidade, uma vez que a energia eólica desponta como uma das formas de energia não convencional mais pertinentes à matriz energética brasileira, face às possibilidades futuras de queda no atendimento da demanda de hidroeletricidade em virtude da escassez de recursos hídricos em nosso país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Trabalho editado pelo Instituto Alemão de Energia Eólica, Deutsches Windenergie-Institut, Wilhelmshaven, 1998.

INTERNET-www.cepel.br

SPINADEL, E and SPINADEL P-Wind Power Generators Designed for Weak and Moderate Wind Conditions, European Union Wind Energy Conference, 1996