

Desenvolvimento de sistema de geração de energia pneumática através da energia eólica⁽¹⁾

Lucas Boeira Michels⁽²⁾, Lirio Schaeffer⁽³⁾, Vilson Gruber⁽⁴⁾

Resumo Expandido

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do IFSC campus Araranguá e financiamento de bolsistas pelo Edital Universal 2013-2014.

⁽²⁾ Professor do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá. lucasboeira@ifsc.edu.br

⁽³⁾ Professor titula da Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

⁽⁴⁾ Professor e pesquisador da Universidade Federal de Santa Catarina Câmpus Araranguá.

RESUMO: Os compressores são dispositivos usados na indústria para as mais diversas aplicações de automação e trabalhos repetitivos. Para isso usam energia elétrica que movimenta um motor elétrico. A energia elétrica é produzida atualmente por diversas outras formas como hidrelétricas, termelétricas, etc.. Porém a energia eólica é pouco usada pois é cara, principalmente porque precisa de muitos equipamentos para convertê-la, tratá-la e armazená-la. Neste projeto destina-se a desenvolver um sistema que transforma a energia eólica diretamente em energia pneumática pronta para ser utilizada. A partir disso busca-se avaliar e discutir a possibilidade de aplicação dessa tecnologia como alternativa para economia da energia elétrica. O sistema demonstrou que é possível, em pequenas aplicações, complementar a produção de energia pneumática com um sistema puramente mecânico. Indicando um potencial método para econômica de energia elétrica e produção local de energia.

Palavra Chave: energia eólica, energias alternativas, energia pneumática

INTRODUÇÃO

A energia fundamental para desenvolvimento dos processos industriais é a energia elétrica. Entre as principais fonte de produção da energia elétrica encontram-se Células foto voltaicas, Hidrelétricas, termoeletrônicas e os Aerogeradores. Esta última, cuja fonte é a força dos ventos, é renovável e não poluente ecologicamente ideal. Entretanto, por questões econômicas ainda não é uma geradora principal de Energia Elétrica no país já que o seu custo de transformação pela força do vento é caro devido à necessidade de utilização de geradores elétricos e outros dispositivos eletrônicos reguladores de potência e armazenamento, tornando esta fonte pouco aplicada na geração distribuída local. As indústrias são os maiores

uma gama variada de equipamentos que possuem motores elétricos responsáveis por gerar o trabalho mecânico.

A pneumática é uma dessas áreas que utilizam motores elétricos, gerar energia pneumática (ar comprimido). Em um gerador eólico local comum, para a produção do ar comprimido haveria transformações energéticas, conforme demonstra as setas da Ilustração 1. Em suma, a energia elétrica é como uma ponte entre a energia eólica e o trabalho mecânico de acionamento do compressor. Entretanto, esta transformação intermediária, além de ser cara, gera desperdícios energéticos ao sistema, o que inviabiliza o investimento em geradores eólicos locais. Baseado nesta situação questiona-se: Qual viabilidade da produção complementar de energia pneumática através de

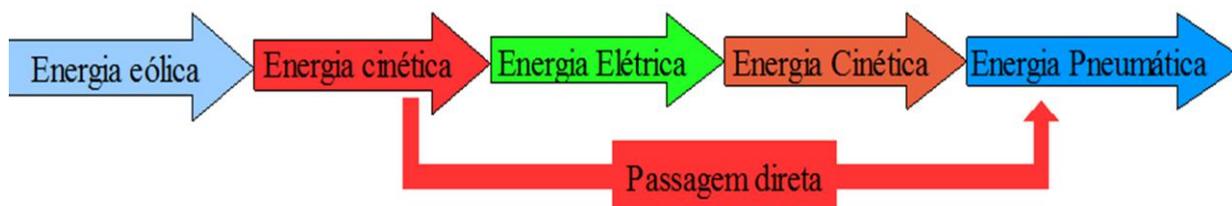


Figura 1: Transformação de energia

consumidores de Energia elétrica já que possuem um gerador-eólico-local baseada na conversão

energética eólica->mecânica>pneumática? A hipótese defendida é que poderia ser economizado energia elétrica, acionando-se um compressor através de um gerador eólico de transmissão mecânica (*passagem direta* conforme Figura 1). Acredita-se que o menor custo tornaria viável a implantação do gerador localmente, inclusive no IFSC, Campus Araranguá visando economia de Energia Elétrica no processo de produção do ar comprimido.

METODOLOGIA

Compressores Industriais são equipamentos compostos basicamente por um compressor (mecanismo de compressão), um motor (e um cilindro (reservatório de ar comprimido). O objetivo deste projeto foi avaliar a possibilidade de substituir o motor elétrico que fica acoplado ao compressor por um mecanismo de rotação movido por energia eólica visando produzir pneumática sem energia elétrica.



Figura 2: Compressor industrial

Neste projeto foram 2 etapas:
a) Aquisição e estudo do compressor;

Nesta etapa foi um estudo sobre um compressor adquirido. Foram feitos os testes para avaliar a potência nominal, rotação e tempo de trabalho. Baseado nesta ideia foi adquirido um compressor de pistão, 2 HP de potência, rotação de 1750, reservatório de 24 litros e pressão máxima 7,8 Bar. Verificou-se que o tempo médio para atingir a pressão de trabalho (7 Bar) foi de 01 minuto e 20 segundos).

b) Construção de um sistema de captação e transformação da energia eólica em energia mecânica cinética (giro) denominado de Rotor eólico (ver detalhes na Figura 3);

Construção da estrutura de captação da força do vento;

Existem diversos tipos de rotores para captação da força do vento, que transformam em energia mecânica de rotação.

Para escolha do melhor tipo de rotor eólico, privilegiou-se o formato com eixo vertical, pois, tendem a serem mais seguros, mais fáceis de construir, podem ser montados mais perto do solo e lidam muito melhor com condições de turbulência o que facilita as operações de manutenção. O melhor deste tipo de rotor é necessário o dispositivo de orientação da turbina face ao vento, assim como ocorre nos aerogeradores de eixo horizontal. Possuem também uma velocidade de arranque mais baixa do que a dos aerogeradores de eixo horizontal, o que lhes dá vantagem em condições de vento reduzido. O formato do rotor desenvolvido é conhecido por Savonius. Ele baseia-se no

Esta é a etapa de desenvolvimento e construção da estrutura de captação do vento e transformação em energia mecânica de rotação.

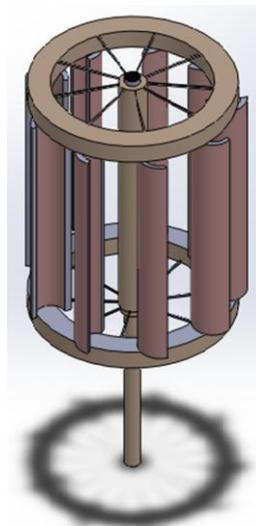


Figura 3: Rotor eólico

Esta etapa é importante, pois o formato das pás, o sentido de rotação das hélices e a direção do vento influenciam diretamente no aproveitamento da energia. Sendo este um ponto crítico, cabendo um bom planejamento visando garantir viabilidade ao sistema.

c) Desenvolvimento de sistema de transmissão para interligar o eixo do rotor eólico ao eixo do compressor de ar.

O sistema escolhido para a primeira versão do projeto foi um sistema de engrenagens e correia, similar ao de bicicletas de marcha, pois são baratos e possibilitam ajustar a relação de tamanhos entre as engrenagens assim o estudo poderia verificar a melhor relação de engrenagens ao sistema. Portanto, a engrenagem que será usada no rotor eólico é dianteira, e no eixo do compressor ficará o conjunto de 6 engrenagens. Pois o sistema possui terceiro mecanismo, chamado de câmbio (macaquinho) que faz a passagem da correia para outras engrenagens e mantém a correia esticada durante o movimento.



Para montagens considerou-se que a velocidade escalar (v) das engrenagens é sempre igual.

Ou seja: $v_1 = v_2$

$$v = 2\pi \cdot f \cdot r$$

Onde:

f = frequência de giro da engrenagem [Hz];

r = raio da engrenagem [mm]

Como o raio das engrenagens é diferente, para que a condição v_1 seja v_2 a frequência (f) também é diferente em ambas engrenagens. Portanto através dessa relação de equações é possível prever a velocidade no eixo do compressor. É importante citar que o aumento da velocidade **implica em redução de torque (força de giro), portanto é necessário respeitar este limite de força que o vento poderá fornecer ao sistema de transmissão.**

$$N = \frac{\tau}{\Delta s}$$

Onde:

N = potência do sistema [W];

τ = trabalho [J]

Δs = variação de tempo [s]

τ = no caso do sistema do rotor o trabalho calcula-se com sendo igual ao torque do sistema. $T = F \cdot r$

Onde:

T = torque [N.m];

F = força resultante realizada pelo vento sobre rotor [N];

r = raio do rotor [m]

Como o torque do rotor e da ponta do eixo são iguais $T_1 = T_2$, tem-se que a força na ponta do eixo é maior pois;

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

Neste caso, r_2 é substituído pela engrenagem acoplada no eixo do rotor.

Considerando que

$$P = T \cdot \Omega$$

Onde:

Ω = velocidade angular;

T = torque

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realização dos testes foram feitas 5 experiências com o gerador eólico-pneumático. O teste consistiu de medir quanto tempo o sistema levou para atingir uma pressão de 7 Bar no cilindro de 24L do compressor adquirido. **Os testes resultaram que com o motor de 2HP (1492W) chega-se a uma pressão de 7 Bar com 78 s (1:18). Este é o parâmetro para saber quanto de energia elétrica o compressor consumiu.**

Se:

1492 = energia
tempo

Energia = $1492 \cdot 78 = 116.376$ Joules

Portanto aproximadamente 116kJ Joules serão necessários para para que o gerador eólico-pneumático possa comprimir o ar até uma pressão de 7 Bar.

A hipótese que se tinha é que ao se obter uma potência de 240W poderia ser atingida a pressão de 7 Bar em aproximadamente 13 minutos, caso o



vento seja com velocidade constante. E assim já teríamos certa condição de viabilidade ecológica de uso do equipamento, tendo em vista a redução do consumo elétrico. Cabendo para os próximos estudos avaliação e melhoria do sistema de captação e do sistema de transmissão para diminuir o tempo de trabalho do sistema.

Tabela 1- Tempo para atingir 7 Bar de pressão

Número todo teste	Tempo de teste Pressão = 7 Bar
TESTE 1	19 min
TESTE 2	16 min
TESTE 3	17 min
TESTE 4	20 min
TESTE 5	18 min
Média	

O compressor adquirido originalmente era constituído um motor de 2 HP e rotação de 1750 RPM. Através deste sistema o compressor chegou à 7 Bar numa média de 1 minuto e 20 segundos. Este seria o ideal deste novo sistema eólico. Porém, não há como chegar à uma mesma eficiência, pois o sistema de captação eólica construído é de médio porte e os ventos nunca são constantes para garantir uma velocidade de rotação constante. O importante desta pesquisa é apontar a possibilidade de se transformar a energia eólica diretamente em energia pneumática, reduzindo as perdas energéticas, com baixo custo de investimento e manutenção. Assim, empresas de pequeno e médio porte poderiam cada vez mais transformarem seus equipamentos que hoje são puramente elétricos em eletro-pneumáticos ou puramente pneumáticos, como furadeiras, serras, etc.. aproveitando melhor os recursos energéticos alternativos e renováveis. De acordo com o projeto é possível fazer a complementação do ar comprimido que é realizado pelos compressores comerciais, mas ainda na foi possível determinar se é possível eliminar completamente devido a baixa potencia de produção do ar comprimido. Os próximos estudos buscarão encontrar formas mais eficientes e potentes de atingir estes objetivos.

CONCLUSÕES

A energia elétrica é uma energia fundamental para os processos industriais pois é a partir dela

que outras formas de energia são obtidas.

A energia eólica é uma energia renovável, não poluente e alternativa para obtenção da energia elétrica, porém é cara.

A energia pneumática é possível de ser obtida em pequenas quantidades através de um sistema mecânico por fonte eólica local. Estudos relacionados aos tipos de rotores, sistemas de transmissão e outros ainda precisam ser aprofundados para produzir mais eficiência neste tipo de sistema.

As vantagens de produzir energia pneumática pela fonte eólica é que existe a possibilidade de armazenar o ar comprimido em cilindros. Em outras formas, como energia térmica, este processo não é possível.

REFERÊNCIAS

D., S. A. et al. Management of Mechanical Vibration and temperature in Small Wind Turbines Using ZigBee Network. **IEEE Latin America Transactions**, v. 11, n. 1, Fevereiro 2013.

ENERGIA MECÂNICA. Energia Eólica. **Energia Mecânica**. Disponível em: <http://energia-mecanica.info/mos/view/Energia_E%C3%B3lica/>. Acesso em: 27 Abril 2013.

SANTOS, A. A. D. et al. **Projeto de Geração de Energia Eólica**. Universidade Santa Cecília. Santos. 2006.

VILSON, G. et al. USE OF GSM/GPRS TRANSMISSION TO MONITOR THE MECHANICAL PARAMETERS OF A SMALL WIND TURBINE OF UP TO 10kW. **Advances in Computer Science and Engineering**, 2011.

VILSON, G. et al. Monitoring Small Wind turbine using 3G Cell Phone Technologies. **Far East Journal of Electronics and Communications**, 2010.

VILSON, G. et al. Model for remote data acquisition and monitoring integrating social media, NTIC's and 3G cell phone Networks applied to monitoring small wind turbine. **JOURNAL OF TELECOMMUNICATIONS**, v. 7, n. 1, Fevereiro 2011.