

DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS DE BAIXO CUSTO PARA A CONVERSÃO DE ENERGIA EÓLICA EM ELÉTRICA

Fernando Meneses Camacho
pantafernando@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho trata do desenvolvimento de uma alternativa não convencional e de baixo custo para a conversão de energia eólica em energia elétrica, se utilizando das piezo-cerâmicas como gerador e do fenômeno das vibrações induzidas por vórtices como força motriz. A pesquisa bibliográfica realizada mostrou que existe um nicho para sistemas alternativos de conversão de energia elétrica de baixa potência, a partir da vibração do meio ambiente, para a alimentação de sistemas micro eletromecânicos (MEMS). A alternativa proposta está inserida dentro deste nicho, denominado "energy harvesting". O estudo é focado na realização da análise de sensibilidade dessa alternativa, a qual irá determinar parâmetros iniciais para o dimensionamento preliminar e na estimativa inicial do desempenho do dispositivo, com base na corrente, voltagem e potência geradas. Para tanto, são utilizadas rotinas matemáticas baseadas em equações obtidas na literatura. Como principal conclusão do trabalho está a relação dos parâmetros do projeto, tais como dimensões do gerador, com o desempenho deste.

Palavras chave: Conversão eletromecânica de energia, Energia eólica, Vibrações, Vigas.

1. Introdução

O presente trabalho trata do desenvolvimento de uma alternativa, que não seja convencional, de baixo custo para a conversão de energia eólica em elétrica. Por alternativa não convencional entende-se que nesse trabalho serão propostas alternativas às turbinas eólicas, que atualmente são os principais sistemas de conversão. Embora empregadas em escala global, essas turbinas encontram sérias restrições com relação às condições de operação, principalmente em relação à velocidade mínima do vento para o seu funcionamento eficiente.

Segundo SHEN (2009), com os recentes avanços dos MEMS (Microelectromechanical Systems), estes passaram a ser empregados como eletrônicos portáteis e sensores wireless devido às suas vantagens sobre os aparelhos que utilizam fios. As desvantagens dos MEMS advêm da sua dependência de baterias, o que acarreta em problemas tais como limitada vida útil, elevada razão massa/carga elétrica.

Assim, existe a necessidade de se utilizar fontes externas de geração de energia, com o objetivo de substituir as baterias ou, pelo menos, aumentar a vida útil desta. Diante dessa necessidade, o ramo energético do "energy harvesting" torna-se promissor e viável. Dentro do nicho do "energy harvesting" proposto, estão os balões meteorológicos, que pela altura atingida em voo tem disponíveis ventos de elevadas velocidade, que podem ser aproveitados para a alimentação de seus sensores, além de balões publicitários. O lançamento de balões é caro, o que explica o reduzido número de lançamentos diários. A utilização de balões cativos é uma alternativa a essa dificuldade. Dotado com aparelho de "energy harvesting", pode atingir autonomia em sua operação.

O presente trabalho de formatura tem como objetivo propor um dispositivo de geração de energia elétrica a partir da energia eólica e estimar as seguintes grandezas geradas, em função da sua geometria. Também serão apresentados desenhos técnicos da solução idealizada.

2. Especificação do problema

2.1. Componentes básicos de um sistema eólico

Segundo ALDABÓ (2002), os principais componentes de um sistema eólico autônomo são:

- Rotor;
- Transmissão;
- Controle;
- Conversor;
- Sistema de armazenamento.

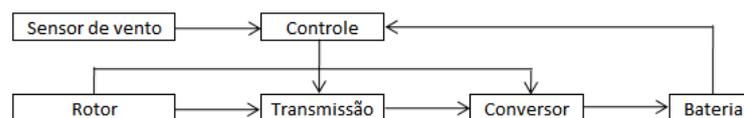


Figura 1 – Diagrama de bloco de um sistema eólico, extraído do livro do CARVALHO (2003).

O rotor tem a função de captar a energia cinética dos ventos e convertê-la em energia mecânica. A transmissão transmite a energia mecânica do rotor até o gerador. O conversor converte a energia mecânica em elétrica.

O sistema de controle é composto de sensores que retiram informações de diversos pontos do sistema (baterias, vento, etc.), processador e atuadores, que têm a função de garantir o funcionamento equilibrado e seguro do sistema e o melhor aproveitamento possível do vento disponível.

O sistema de armazenamento é constituído pelas baterias, que tem como função armazenar a energia elétrica produzida.

Por fim, há a estrutura que irá suportar todo o sistema.

2.2. Especificação da saída

O objetivo proposto é o projeto e construção de um protótipo que recarregue pilhas recarregáveis. Assim, como ponto de partida para o projeto, é necessário especificar qual tipo de pilha será recarregado e quais são as condições do carregamento.

Para o modelo de pilha recarregável, será escolhida a pilha de níquel-metal híbrido, por motivos explicados em capítulo posterior. O tamanho dessa pilha será AA, o tipo mais comum empregado em diversos aparelhos. As especificações dessa pilha serão tomadas do fabricante, a Duracell. A Tabela 1 apresenta as especificações dessa pilha.

Tabela 1 – Especificação da pilha.

<i>Tipo</i>	<i>NiMH</i>
Fabricante	Duracell
Tamanho	AA
Carga	2000 mAh

Quanto ao processo de carregamento, a especificação será tomada de um fabricante de carregador de pilhas, a Elgin. As especificações do carregamento estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Especificações da recarga da pilha.

<i>Saída</i>	<i>DC</i>
Tensão	2,8 V
Corrente	180 mA

Assim, a carga a ser armazenada em uma pilha corresponde a 7200 C. O tempo necessário para o dispositivo armazenar essa carga será um parâmetro de desempenho.

3. Escolha da solução a ser analisada

3.1. Determinação dos critérios de projeto

“A especificação das características técnicas do projeto será um conjunto de requisitos funcionais, operacionais e construtivos a ser atendido pelo produto” (Kaminski, 2000, p.31). Portanto, o produto será bem sucedido se este atender satisfatoriamente aos requisitos de projeto. Assim, a melhor forma de avaliá-lo para posterior seleção é ponderar suas características utilizando critérios comparativos, representativos dos requisitos a serem atendidos, que, segundo o prof^o Kaminski, são:

- Funcional;
- Operacional;
- Construtivo.

Aos requisitos citados, propõe-se outro, representativo da intenção desse projeto, que avalia se o projeto é inovador, se ele pode ser considerado distinto do conjunto aerogerador tradicional. Esse novo requisito será denominado inovação. A Tabela 3 apresenta os critérios utilizados dentro dos requisitos citados.

- Inovação.

Tabela 3 – Critérios de projeto para análise na matriz de decisão.

Critérios funcionais	Potência máxima extraída pelo vento
	Eficiência do rotor
	Qualidade de energia
Critérios operacionais	Sistemas de controle
	Impactos ao meio ambiente
Critérios construtivos	Custos
	Processos de fabricação
Critérios de inovação	Inovação

A Tabela 4 apresenta a ponderação atribuída aos critérios, aos requisitos e a ponderação final, que é a multiplicação dos pesos atribuídos.

Tabela 4 – Ponderação final dos critérios e requisitos utilizados.

Critério	Peso	Requisito	Peso	Peso final
Funcional	0,2	Potência máxima extraída	0,5	0,10
		Eficiência do rotor	0,4	0,08
		Qualidade da energia	0,1	0,02
Operacional	0,1	Sistema de controle	0,8	0,08
		Impacto ao meio ambiente	0,2	0,02
Construtivo	0,4	Custo	0,6	0,24
		Processos de fabricação	0,4	0,16
Inovador	0,3			0,3
		Total		1

4. Criação de alternativas

Para a criação de alternativas será utilizado o método de criatividade individual da análise de características, apresentado no livro do prof^o Kaminski. Segundo esse método, selecionam-se atributos adequados ao objetivo da análise e, em seguida, se propõe variações para esses atributos aleatoriamente. O resultado são combinações novas, mas também combinações impossíveis, que devem ser imediatamente descartadas.

Os atributos existentes foram apresentados na figura 3. Desses, alguns foram selecionados para a criação de novas alternativas.

Assim, os atributos envolvidos no projeto de geração eólica, que são adequados ao objetivo da análise, são:

1. Conversão da energia eólica em mecânica;

Rotores: É o principal mecanismo para o atributo analisado atualmente, sendo largamente empregados em turbinas eólicas convencionais. Os rotores atuais se dividem pelo número de pás e pela orientação do eixo. Para a aplicação do método, serão utilizadas duas configurações e mais uma última, que embora não seja rotor, desempenha a mesma função:

- Três pás e eixo vertical, o mecanismo de maior eficiência atualmente;
- Várias pás e eixo transversal, atributo criado;
- Membrana.

2. Transmissão da energia mecânica ao conjunto gerador;

Transmissão direta: O mecanismo de conversão de energia eólica em mecânica é ligado diretamente ao conjunto gerador de energia elétrica. Serão consideradas duas transmissões diretas:

- Com eixo;
- Sem eixo.

Utilizando sistemas de transmissão: São utilizados mecanismos de transmissão que possuem a característica de modificar as condições de torque e rotação de entrada. Serão considerados os seguintes mecanismos de transmissão:

- Transmissão por engrenagens;
- Transmissão por polias e correias.

3. Conversão da energia mecânica em elétrica;

Geradores: Os geradores são equipamentos que utilizam da energia mecânica como fonte de uma tensão elétrica que resultará na produção de energia. O princípio que se dá essa conversão caracteriza o tipo de gerador. Serão considerados três tipos de geradores:

- Geradores de indução tipo gaiola;
- Geradores piezelétricos.

4. Estrutura de suporte.

Torres: São estruturas que sustentam o conjunto gerador para localidades onde os ventos são mais frequentes e intensos.

Outras estruturas de suporte:

- Dirigível ligado ao solo por cabo de transmissão de energia elétrica.

Na Tabela 5 estão as alternativas combinadas, que se apresentaram as melhores dentre as combinações analisadas.

Tabela 5 – Alternativas propostas.

<i>Subsistemas</i>	<i>1ª Alternativa</i>	<i>2ª Alternativa</i>	<i>3ª Alternativa</i>
Conversão de energia eólica em mecânica	Rotor de 3 pás	Rotor de várias pás	Membrana
Transmissão	Eixo horizontal	Eixo transversal	
Conversão de energia mecânica em elétrica	Polia e correia	Eixo	Direta
Estrutura de suporte	Deformação de material Piezelétrico	Gerador de indução Tipo gaiola	Deformação de material Piezelétrico
	Torre	Dirigível	Dirigível

Na Tabela 6 estão apresentadas as notas dadas a cada alternativa presente na tabela 6.

Tabela 6 – Notas atribuídas às alternativas propostas.

	<i>Alternativa 1</i>	<i>Alternativa 2</i>	<i>Alternativa 3</i>
Potência máxima extraída	10	7,5	4
Eficiência do rotor	10	5	0
Qualidade da energia	0	10	10
Sistema de controle	10	0	0
Impacto ao meio ambiente	0	5	10
Custo	5	2	10
Processos de fabricação	6	3	10
Inovação	7	0	10

A alternativa a ser analisada no decorrer do projeto será a tiver a melhor nota na matriz de decisão. Nessa matriz, a nota final será a soma das notas de cada alternativa aos requisitos analisados, na Tabela 7, multiplicada pelos correspondentes pesos, apresentados na Tabela 4.

Tabela 7 – Matriz de decisão criada para as alternativas propostas.

	<i>Peso</i>	<i>1ª Alternativa</i>	<i>2ª Alternativa</i>	<i>3ª Alternativa</i>
Potência máxima extraída	0,10	10	7,5	4
Eficiência do rotor	0,08	10	5	0
Qualidade da energia	0,02	0	10	10
Sistema de controle	0,08	10	0	0
Impacto ao meio ambiente	0,02	0	5	10
Custo	0,24	5	2	10
Processos de fabricação	0,16	6	3	10
Inovação	0,30	7	0	10
	Nota final	6,86	2,41	7,8

Da Tabela 7, escolhe-se a alternativa 3 para a continuação do projeto.

5. Fundamentos teóricos

5.1. Solução analítica para o modelo de um energy harvester piezelétrico com configuração Bimorph

Os conceitos e formulações apresentados nessa seção serão baseados no trabalho de ERTURK (2009). O modelo físico utilizado está apresentado na Figura 2. O modelo matemático utilizado se baseia na formulação da viga Euler – Bernoulli com parâmetros distribuídos, adicionado um termo forçante relativo ao acoplamento eletromecânico piezelétrico. As equações eletromecânicas acopladas serão derivadas da lei de Gauss e das relações constitutivas do material piezelétrico para o estado plano de tensão.

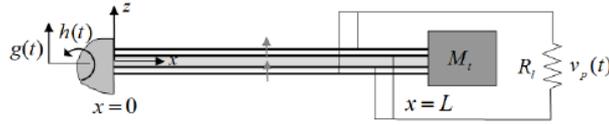


Figura 2 – Modelo físico do energy harvester piezoelétrico com configuração bimorph, extraído de ERTURK (2009).

As relações da voltagem, corrente, potência e deslocamento dos pontos da viga são apresentados pelas equações 1,2,3 e 4.

$$v_p(t) = \alpha(\omega)(-\omega^2 W_0 e^{j\omega t}) \quad (1)$$

$$i = \frac{1}{R_L} v_p \quad (2)$$

$$p = \frac{1}{R_L} v_p^2 \quad (3)$$

$$w_{rel}(x, t) = \beta(\omega, x)(-\omega^2 W_0 e^{j\omega t}) \quad (4)$$

- Onde $\alpha(\omega) = \frac{\sum_{r=1}^{\infty} \frac{j\omega \tilde{\theta}_r \sigma_r}{\omega_r^2 - \omega^2 + j2\zeta_r \omega_r \omega}}{\frac{1}{R_L} + j\omega C_{\tilde{p}} + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{j\omega \tilde{\theta}_r^2}{\omega_r^2 - \omega^2 + j2\zeta_r \omega_r \omega}}$, é a função da resposta em frequência da voltagem;
- Onde $\beta(\omega, x) = \sum_{r=1}^{\infty} \left[\left(\sigma_r - \tilde{\theta}_r \frac{\sum_{r=1}^{\infty} \frac{j\omega \tilde{\theta}_r \sigma_r}{\omega_r^2 - \omega^2 + j2\zeta_r \omega_r \omega}}{\frac{1}{R_L} + j\omega C_{\tilde{p}} + \sum_{r=1}^{\infty} \frac{j\omega \tilde{\theta}_r^2}{\omega_r^2 - \omega^2 + j2\zeta_r \omega_r \omega}} \right) \frac{\phi_r(x)}{\omega_r^2 - \omega^2 + j2\zeta_r \omega_r \omega} \right]$, é a função da resposta em frequência do deslocamento dos pontos da viga;

5.2. O modelo do vento

Segundo CASTRO (2004), para altitudes elevadas, até 2000 metros acima do solo, as forças de atrito podem ser desprezadas. Nesse caso, segundo PINHEIROS (2009), uma partícula de ar se move de uma camada de alta pressão, menor altitude, para uma camada de menor pressão, maior altitude, até que a força de Coriolis se iguale ao gradiente de pressão, e a partícula passe a se mover em uma isóbara.

Segundo CASTRO (2004), o perfil do comportamento do vento pode ser aproximado pela lei logarítmica de Prandtl. Seu aspecto está apresentado na Figura 3, extraído do trabalho de MARTINS (2008).

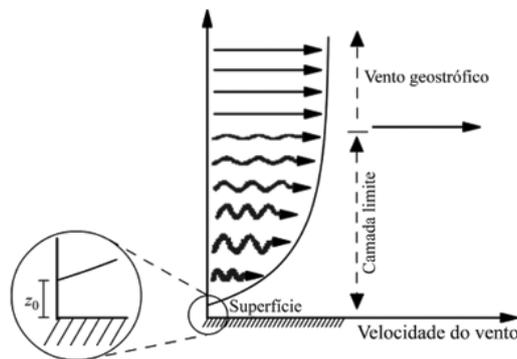


Figura 3 – Perfil vertical da velocidade do vento, extraído do trabalho de MARTINS (2008).

A velocidade média do vento \bar{u} então pode ser calculada em função da altura z com uma medida conhecida do vento em uma altura conhecida, com a equação 5.

$$\frac{\bar{u}(z)}{\bar{u}(z_R)} = \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_R}{z_0}\right)} \quad (5)$$

Nessa equação, $\bar{u}(z_R)$ é a velocidade média conhecida em uma cota z_R . A cota z_0 é o comprimento característico da rugosidade do solo.

A distribuição de Weibull permite representar a distribuição de frequência da velocidade do vento de forma bem compacta. A equação 6 é a forma analítica da distribuição de Weibull.

$$f(v) = \frac{K}{A} * \left(\frac{v}{A}\right)^{K-1} * e^{-\left(\frac{v}{A}\right)^K} \quad (6)$$

Na equação 6, $f(v)$ representa a função densidade de probabilidade da velocidade do vento v , A é o fator de escala e K é o fator de forma. O fator de escala pode ser obtido pela aplicação da equação 7 usando os parâmetros da velocidade média e fator de forma obtido dos gráficos.

$$\frac{A}{\bar{v}} = \left(0,568 + \frac{0,433}{K}\right)^{-\frac{1}{K}} \quad (7)$$

5.3. Vibrações induzidas por vórtices

A VIV é um fenômeno ressonante de interação fluído-estrutural, caracterizado por oscilações auto excitadas e autocontroladas, que ocorrem em corpos imersos em escoamento fluído, com velocidade acima de um valor crítico. Essa oscilação tem origem na emissão alternada de vórtices e, por consequência, nas periódicas flutuações do campo de pressão.

A amplitude das oscilações aumenta com o acréscimo de velocidade, gerando vórtices alternados, no fenômeno denominado Esteira de Von Karman, conforme apresentado na

Figura 4. A esteira de Von Karman oscila com a frequência determinada pela equação 8, na qual o termo St refere-se ao número de Strouhal, aproximadamente 0,2 para cilindros circulares infinitos. A amplitude, de acordo com os gráficos apresentados por KITAGAWA (1997), é aproximadamente 10% do diâmetro do cilindro.

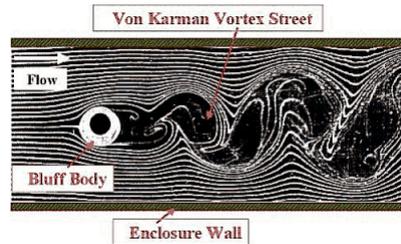


Figura 4 – Esteira de Von Karman, extraído do site Stoneman Solutions.

$$f_s = St \frac{U}{D} \quad (8)$$

6. Resultados

6.1. Parâmetros utilizados

Os seguintes parâmetros foram utilizados nas simulações que seguem:

- Autovalores:
 $\alpha_1 = 1,875104$; $\alpha_2 = 4,694091$; $\alpha_3 = 7,854757$.
- Amortecimento estrutural:
 $\zeta_1 = 0,010$; $\zeta_2 = 0,012$; $\zeta_3 = 0,030$.
- Propriedades da piezocerâmica e do substrato, de alumínio:
 $e_{31} = -10,4 \text{ C/m}^2$;
 $\epsilon_{33}^S = 13,3 \times 10^{-9} \text{ F/m}$;
 $c_{11}^E = 61 \times 10^9 \text{ N/m}^2$;
 $\rho_{piez} = 7750 \text{ kg/m}^3$.
 $Y_c = 70 \times 10^9 \text{ N/m}^2$;
 $\rho_{aluminio} = 2700 \text{ kg/m}^3$.

6.2. Análise de sensibilidade

Será analisada a corrente gerada pela configuração de viga Bimorph utilizando as funções de resposta em frequência para dimensões adimensionais da geometria.

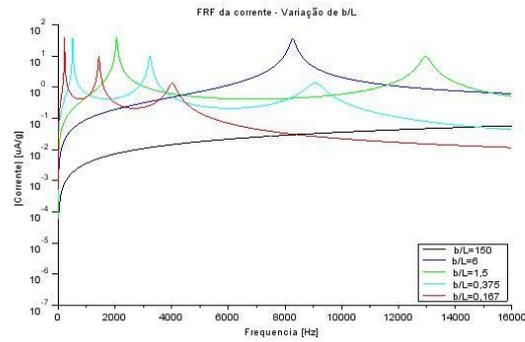


Figura 5 – Variação da corrente em função do adimensional b/L .

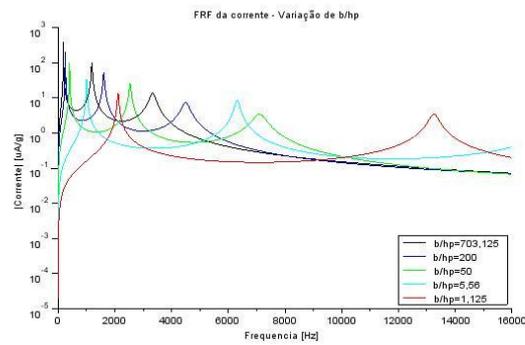


Figura 6 – Variação da corrente em função do adimensional b/hp .

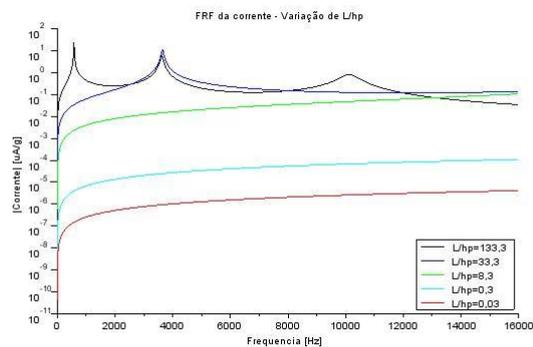


Figura 7 – Variação da corrente em função do adimensional L/hp .

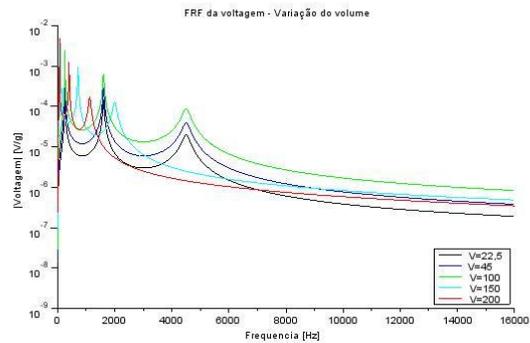


Figura 8 – Variação da corrente em função do volume de material piezelétrico.

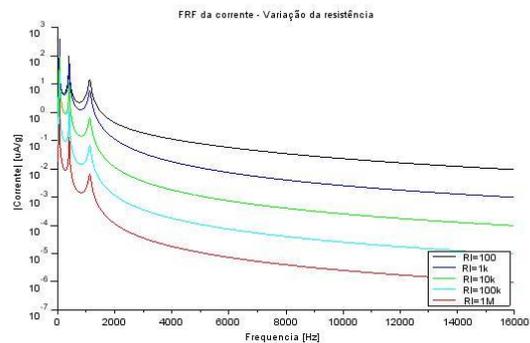


Figura 9 – Variação da corrente em função da resistência ligada ao gerador.

A Tabela 8 resume as informações apresentadas pelos gráficos das grandezas analisadas no trabalho.

Tabela 8 – Influência do adimensional nas variáveis analisadas.

	Variável	Voltagem	Corrente	Potência	Deslocamento
Redução	b/L	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
	b/hp	Reduz	Reduz	Reduz	Reduz
	L/hp	Reduz	Reduz	Reduz	Reduz
	Volume	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
	Resistência	Reduz	Aumenta	-	-

6.3. Dimensionamento do gerador piezelétrico

Utilizando as equações 5, 6 e 7, com o auxílio de mapas eólicos da região de São Paulo se obtém a estimativa da intensidade mais provável do vento a uma altitude de 20.000 m, altura de operação de balões meteorológicos.

- $V = 9 \text{ m/s}$.

Baseando-se nas figuras 5, 6, 7, 8 e 9, adota-se as seguintes dimensões ao dispositivo, que conferem o máximo de potência estimado pelos gráficos.

- $b = 30 \text{ mm}; L = 60 \text{ mm}; h_p = 0,15 \text{ mm}; R_l = 10 \text{ k}\Omega$.

Utilizando o algoritmo em Scilab, a seguinte frequência é assumida como o modo normal de operação do dispositivo piezelétrico.

- $f_n = 64,2 \text{ Hz}$.

Ajustando as dimensões do dispositivo eólico para que sua frequência de ressonância seja igual à do gerador, resulta nas seguintes medidas.

- $d = 0,03 \text{ m}; L = 0,1 \text{ m}.$

Assim, o termo forçante devido às VIV, supondo que este seja senoidal, apresenta as seguintes características.

- $f = 64,2 \text{ Hz}; W_o = 0,003 \text{ m}.$

A mostra o esboço da solução dimensionada.

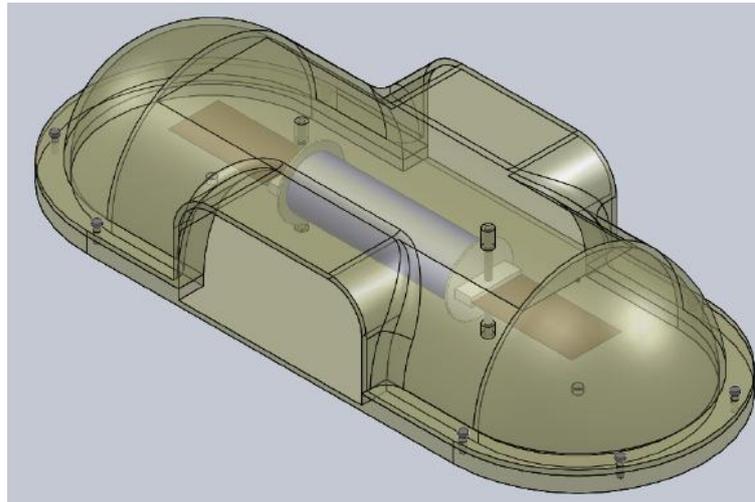


Figura 10 – Vista isométrica da solução proposta.

A resposta temporal da corrente gerada por esse dispositivo é apresentada na Figura 11.

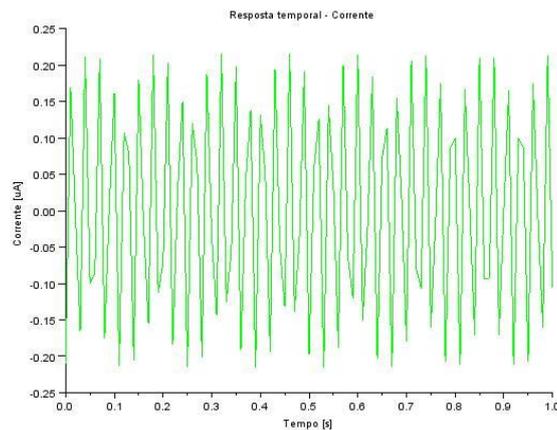


Figura 11 – Resposta temporal da corrente gerada.

A Tabela 9 apresenta os parâmetros de desempenho estimados para o dispositivo dimensionado nesta seção.

Tabela 9 – Parâmetros de desempenho do dispositivo.

<i>Parâmetro</i>	<i>Desempenho</i>
Potência	$1,3 \times 10^{-9} \text{ W}$
Tempo de recarga	$6,2 \times 10^{10} \text{ s}$

7. Conclusões

O presente trabalho atende aos objetivos propostos, desenvolvendo uma alternativa não convencional para a geração de energia a partir da energia eólica. Para isso, se utiliza de geradores piezelétricos com configuração do tipo viga de Euler-Bernoulli Bimorph, cujas lâminas estão conectadas em paralelo, para que maior corrente seja gerada.

Também são feitos estudos de sensibilidade do desempenho do dispositivo com relação a parâmetros adimensionais da geometria, ao volume e à resistência. Dessa análise, conclui-se que a espessura não apresenta significativa melhora no desempenho do dispositivo, ao passo que o aumento da base e comprimento, assim como o volume através destes, efetivamente aumenta a saída de corrente, voltagem e potência. A resistência de saída do gerador é inversamente proporcional à corrente e diretamente proporcional à voltagem. Devido a essa característica, a resistência estabelece um máximo de potência, este adotado no dimensionamento preliminar do gerador.

O protótipo simulado com os parâmetros mencionados ainda não consegue atender aos requisitos propostos. Porém, novas análises utilizando diferentes dimensões de viga bimorph podem possibilitar melhorias no desempenho deste.

Por fim, outra contribuição do trabalho ao tema de energia harvesters piezelétricos é o algoritmo proposto ao dimensionamento, que permite a obtenção de estimativa do desempenho do gerador sem a utilização de MEF, como é prática comum nesse ramo, e sem a utilização de software proprietário, uma vez que o algoritmo é desenvolvido no ambiente do Scilab, que é um programa livre.

8. Referências bibliográficas

- ALDABÓ, R. **Energia eólica**. Artliber Editora, São Paulo, 2002.
- CARVALHO, P. **Geração eólica**. Editora Imprensa Universitária, Fortaleza, 2003.
- CASTRO, R. M. G.; UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA-INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO; **Introdução à Energia Eólica**; Energias Renováveis e Produção Descentralizada; DEEC / Secção de Energia; Lisboa; Janeiro; 2004.
- ERTURK, A. **Electromechanical Modeling of Piezoelectric Energy Harvesters**. Tese de doutorado em engenharia mecânica. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 2009.
- KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Editora Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, 2000.
- KITAGAWA, T. et al. **An Experimental Study on Vortex-Induced Vibration of a Circular Cylinder Tower at a High Wind Speed**. J Wind Engineering and Ind. Aerodynamics: 1997. Vol. 69-71, pags. 731-744.
- MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 30: supl. 1 (2008). Disponível em <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 18/04/2010.
- PINHEIRO, L de M. **Estudos da geração eólico-elétrica levando em consideração as características dos ventos, seus aspectos probabilísticos e influência do terreno**. Monografia. Centro de tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- SHEN, D. **Piezoelectric energy harvesting devices for low frequency vibration applications**. Tese de doutorado. Faculty of Auburn University, Auburn, Alabama, 2009.

9. Direitos autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos no seu trabalho.

DEVELOPMENT OF LOW COSTS ALTERNATIVES FOR WIND ENERGY CONVERSION IN ELECTRIC ENERGY

Fernando Meneses Camacho

pantafernando@hotmail.com

Abstract. This paper deals with the development of a non-conventional low cost alternative for conversion of wind energy into a useful form of energy, such electricity, using a piezoelectric generator and vortex induced vibration as a driving force. The literature review performed revealed that there is a niche for alternative low power electric energy conversion from environment vibration to power microelectromechanical systems (MEMS). The proposed alternative belongs to this niche, known as energy harvesting. The study is focused on the realization of the alternative's sensitivity analysis, which will determine initial parameters for the preliminary design and initial estimate of device's performance, based on current, voltage and power generated. For this purpose, mathematical routines based on equations obtained from literature are used. A main conclusion from the work is the relationship of design parameters such as the generator's size with its performance.

Keyword: Electromechanical energy conversion; Wind energy; Vibrations; Beams.