

PROTÓTIPO DE UMA TURBINA DE TESLA: ELABORAÇÃO, FUNCIONAMENTO E UTILIZAÇÃO¹

Theo Yudi AIB²

Graduando em Engenharia de Produção
IFSP/Câmpus São Paulo

Isac Kiyoshi FUJITA³

Mestre em Engenharia Agrícola/UNICAMP
Docente de Engenharia Mecânica
IFSP/Câmpus São Paulo

RESUMO

Este artigo decorre de projeto de pesquisa para a realização de uma turbina de Tesla (1913) com materiais comuns a fim de demonstrar sua utilização e seu funcionamento. No teste com a turbina elaborada, gerou-se uma diferença de potencial média modal em torno de 1.5V, o suficiente para acender LEDs convencionais. Uma das aplicações do protótipo produzido é nas salas de aula, uma vez que pode ser introduzido como um projeto baseado no conceito de aula invertida.

Palavras-chave: Geração Distribuída; Microgeração; Nikola Tesla; Turbina de Tesla; Camada Limite.

Introdução

A partir da descoberta do fogo, a humanidade começou sua dependência à energia. De lá até os dias de hoje, a energia serviu como um dos principais pilares para a nossa evolução e o estabelecimento do atual cotidiano, estando presente nas grandes indústrias e também nos nossos próprios bolsos. Historicamente, o advento da lâmpada e da máquina a vapor e seu uso nas linhas de produção proporcionaram um aumento drástico na demanda por energia.

¹ Trabalho resultante de Projeto de Iniciação Científica vinculado ao PIBIFSP. Orientador Prof. Dr. Isac Kiyoshi Fujita.

² Endereço eletrônico: theo.aib96@gmail.com

³ Endereço eletrônico: ikfujita@gmail.com

Dado que, durante a revolução industrial do século XIX, apenas se importava com a quantidade produzida sem considerar os impactos ambientais, surgiram os centros de geração de energia centralizados (termoelétricas, hidrelétricas etc.), que forneciam, por meio de longas linhas de transmissão, para um país inteiro.

Todavia, em 1973, com a primeira crise mundial do petróleo e os desastres naturais (buracos na camada de ozônio, derretimento das calotas polares, etc.) entraram em voga questões de proteção ao meio ambiente e geração de energia com fontes renováveis. Com essa nova necessidade, houve investimentos e incentivos fiscais para pesquisas no setor.

Uma estratégia para contornar a crescente demanda corrente é a de geração distribuída, que em suma utiliza recursos renováveis para produzir energia em pequenas usinas descentralizadas (microgeração) localizadas próximo aos consumidores. Tal tática, em comparação com a geração centralizada, abrange zonas interioranas de difícil acesso às torres de transmissão, é de menor custo e maior eficiência (menor perda durante a transmissão).

Dessarte, este estudo busca construir um protótipo de uma turbina de Tesla de feitiço simplificado, baixo custo e utilizando materiais de fácil acesso. Como instrumento pedagógico, contextualiza-se o protótipo em um sistema de microgeração ideal, o qual possa ser utilizado em fazendas, uma vez que a quantidade de biomassa é abundante em países em que ainda prevalece a forte influência do setor agrícola na economia, a exemplo do Brasil.

Turbina de Tesla

A turbina de Tesla é uma turbina de fluxo de fluido sem pás patenteada por Nikola Tesla em 1913 na Inglaterra. Funciona em decorrência da teoria da camada limite, segundo a qual, quando um fluido escoar sobre uma superfície sólida, o fluido em contato com as lâminas dos discos adere à mesma. Portanto, as partículas aderidas à parede assumem estado de repouso, resultando em atrito entre o sólido e o fluido. O escoamento direcionado pelos discos e bocais ocasiona em um momento binário, que é responsável por impelir torque ao eixo rotor. Por não possuir pás, a turbina tende à mesma velocidade de escoamento (COURAS, 2009).

Como ilustrado na Figura 1, a turbina se compõe por um conjunto de discos lisos paralelos unidos, com espaçamento uniforme, em um eixo rotor. Este eixo é apoiado por mancais e permite a rotação dos discos. Há também dois bocais que direcionam o fluido de forma tangencial aos discos, um para entrada e outro para saída.

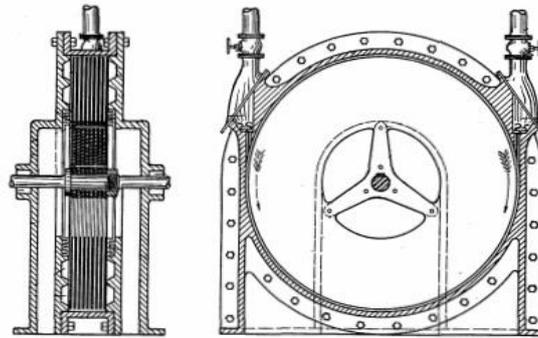


Figura 1: Vista do sistema sem pás da turbina de Tesla
Fonte: TESLA (1913)

A turbina de Tesla não tinha uso comercial devido à baixa resistência a torções e desgaste dos mancais. De acordo com Batista (2010), os protótipos feitos desde 1910 não possuíam aplicações comerciais massivas pois se obtinha baixo torque, necessitando de modificações.

O que encontramos atualmente no mercado é a bomba de Tesla, em que o fluido que entra é impulsionado pelos discos. É amplamente utilizada para bombear fluidos abrasivos, viscosos e ou que contenham sólidos.

Camada Limite

Segundo Freire (1990), quando um fluido escoar sobre uma superfície sólida, imediatamente em contato com a parede adere à mesma. Também se observa que, se a viscosidade for pequena, o caso do ar, o aumento da velocidade de zero para o valor do escoamento externo ocorrerá numa região estreita. Nesta, as forças de atrito se fazem importante, retardando o fluido de sua velocidade externa para um completo repouso na parede, o que possibilita a transferência de energia do fluido para os discos sem se fazer necessária a utilização de pás. Esta região estreita é chamada de ‘camada limite’.

Geração Distribuída

A Geração Distribuída (GD) é caracterizada pela instalação integrada ou isolada de qualquer fonte geradora de energia descentralizada de maneira estratégica, sendo essa de pequeno porte e cuja produção é realizada junto ou próximo aos centros de consumo de energia elétrica. Algumas das tecnologias utilizadas são: microturbinas, painéis fotovoltaicos, geradores a combustão, PCH's etc. (ANEEL, 2016).

O ganho de popularidade da GD se deve ao aperfeiçoamento das tecnologias envolvidas aliado aos incentivos fiscais que juntos reduzem os custos de implantação. Levando em conta as vantagens econômicas e ambientais, se torna um ótimo investimento, principalmente em zonas onde a distribuição realizada pelas centrais geradoras não alcança ou é instável.

As vantagens de utilização tendem a aumentar, e as desvantagens, diminuir de acordo com os avanços tecnológicos, sendo assim cada vez mais empregada na sociedade, de modo a reduzir os danos ambientais e a taxa de crescimento da geração centralizada, evitando então os grandes investimentos necessários (AZEVEDO; BARBOSA, 2013).

Desenvolvimento do Protótipo

A base da turbina desenvolvida foram os discos, a embalagem de CDs e o motor de 6V. Escolheram-se os demais materiais de acordo com a necessidade e a disponibilidade. No conjunto, os principais materiais utilizados foram: três CDs, embalagem de CDs, motor elétrico 6V, cano PVC $\frac{3}{4}$, tampinha de iogurte, capa de fio telefônico, fita adesiva, fita isolante, fios condutores, cola quente e bomba de ar comprimido.

O escopo do projeto teve três metas fundamentais: escolher o sistema total de geração de energia elétrica (corpo da turbina e gerador), angariar os materiais necessários e montar o sistema e testá-lo até garantir funcionalidade.

Primeiramente se decidiu por desenvolver uma turbina de Tesla, com discos de HD, unida através de polias com um motor gerador. Contudo, descartou-se essa ideia pois o peso dos discos e o atrito em alta rotação exigiriam um eixo usinado de metal

(resistência à força cortante e momento torçor) e conseqüentemente mancais de cerâmica (resistente à alta temperatura gerada pela dissipação de calor, decorrente das perdas durante a transmissão de energia cinética no mancal e no eixo).

Dado que além de o sistema ter de possuir materiais do dia a dia (fácil acesso), era preciso ser de simples montagem; assim, os discos HD foram substituídos por discos de CD, o que possibilitou compor o projeto com elementos mais triviais.

Partiu-se de CDs e sua embalagem rígida cilíndrica de polímero. A proposta era reproduzir a Turbina de Tesla semelhante à patente de 1913 com transmissão de rotação da turbina para o motor gerador por meio de um sistema de polias.

Inicialmente fizeram-se os furos paralelos na carcaça da embalagem, e o furo central para entrada do eixo, com auxílio de um prego aquecido, de modo a furar o polímero por derretimento.

Para fazer o eixo transmissor, serrou-se o cano PVC $\frac{3}{4}$ para um comprimento aproximado de 6cm. Como o eixo seria colado a um CD, lixaram-se as extremidades para garantir o paralelismo entre os planos das duas extremidades do cano, assim com o perpendicularidade entre a base e o comprimento.

Em função de aumentar a eficiência da turbina, elaborou-se um modo de transmitir a rotação de cada disco de forma sincronizada. Para esse fim, foram comprados ímãs de neodímio para conectar com espaçamento os discos entre si, dessa forma o ar atingiria a superfície sólida com mais facilidade e cada disco forneceria torque ao eixo transmissor, e não apenas o primeiro disco colado ao eixo, de maneira sincronizada.

Haveria então uma polia de plástico no eixo transmissor do motor gerador conectada com um elástico de escritório ao eixo transmissor da turbina. Testou-se o sistema com ar comprimido, entretanto, existiu apenas um ímpeto de movimento. Tal problema deve ser derivado da baixa obtenção de torque pela turbina de Tesla convencional, pois, segundo Batista (2010), o ideal para microgeração de energia elétrica (em torno de 5kW) é o modelo Tesla-Pelton, cujos discos têm ressaltos no formato das pás de uma roda Pelton. A modificação consiste em juntar as forças de cisalhamento viscoso da camada limite com as forças resultantes da pressão exercida pelo fluido sobre a área de ressaltos colocados sobre os discos.



Figura 2: Roda de Pelton
Fonte: HidroEnergia (2019)

Como solução para o problema de baixo torque, fez-se uso da transmissão direta e trocaram-se os espaçadores de neodímio para capa de fio telefônico envolto em fita adesiva, assim eles exerceriam a mesma função dos ímãs só que sendo bem mais leves. A transmissão foi constituída apenas por uma bucha, que unia o eixo transmissor com o motor. A bucha é uma tampinha de iogurte com um pequeno furo central, colada no eixo da turbina com cola quente e encaixada com interferência no eixo do gerado, conforme foto da versão final da turbina (Figura 3).

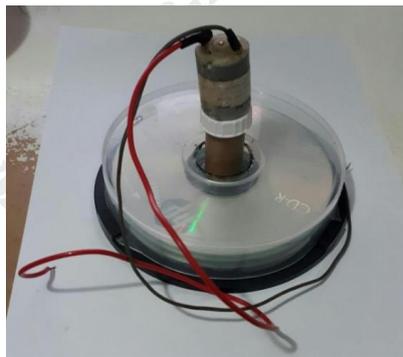


Figura 3: Protótipo desenvolvido
Fonte: Autores

Resultados

Ao utilizar o sistema de transmissão direta, mais eficiente (com menos perdas durante o processo), a turbina atingiu altas rotações e conseqüentemente o motor gerador também. Para aferir quantitativamente a diferença de potencial gerada, agregou-se ao circuito de testes um multímetro. Durante os testes, notou-se que a tensão média gerada foi acima de 1.5V.

Visto que a tensão média observada é o suficiente para acender alguns LEDs, dois deles foram conectados ao sistema para simbolizar o consumo da energia elétrica produzida, convencionalmente utilizada na forma de luz. Ao fim do projeto, foi obtido um modelo representativo funcional da turbina de Tesla, de baixo custo e simples montagem.

Conclusão

A turbina de Tesla ainda não é amplamente aproveitada pelo mercado por não transferir muito torque, um dos motivos por se optar no projeto pela transmissão direta. Atualmente, as pesquisas são voltadas para o emprego da turbina em geração de energia descentralizada devido à baixa potência produzida e à espaçada manutenção. A turbina de Tesla tem baixo custo de produção e manutenção simples, pois não possui partes móveis (além de seu eixo) e por ser fisicamente simples e extremamente compacta, fornecendo a menor relação peso e volume – potência, se comparada às outras máquinas (BATISTA, 2010).

O baixo torque produzido pelo protótipo deve-se ao fluido pouco viscoso utilizado (ar) e alta tolerância no processo, já que os materiais disponíveis engessavam as etapas de construção. Conseqüentemente as perdas no processo de transformação de energia cinética em energia elétrica foram elevadas.

Apesar da alta produção de energia térmica e sonora decorrente das perdas ocasionadas pelo atrito entre os componentes, o sistema foi capaz de gerar uma diferença de potencial média acima de 1.5V, o suficiente para acender alguns LEDs (diodo emissor de luz) convencionais.

Dado que o protótipo é de baixo custo e visualmente representativo de alguns conceitos básicos da Física, uma de suas aplicações é nas salas de aula, já que pode ser introduzido como um projeto. Partindo do conceito de aula invertida (o estudante busca fora da sala de aula a teoria necessária para confecção de um projeto), seriam aplicadas simulações do processo de desenvolvimento de forma a induzir a redescoberta do processo criativo de Tesla, fomentando assim o encantamento pela investigação científica.

Referências

ANEEL. Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2016. Cadernos Temáticos ANEEL, 2ª edição, Brasília. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>. Acesso em: 4 jul. 2017.

AZEVEDO, A. C. S.; BARBOSA, W. P. Geração Distribuída: Vantagens e Desvantagens. II Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia. 2013.

BATISTA, J. C. Microgeração de energia elétrica (abaixo de 100kW) utilizando Turbina de Tesla modificada. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

COURAS, D. J. P. Desenvolvimento teórico-experimental de um modelo de Turbina de Tesla aplicado à geração descentralizada por fontes renováveis. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

FREIRE, A. P. S. Teoria de Camada Limite. 1990. Disponível em: http://www.turbulencia.coppe.ufrj.br/notas_aulas/CursoCamadaLimite_APSF.pdf. Acesso em: 04 jul. 2017.

HIDROENERGIA. Turbina Pelton. Disponível em: <http://www.hidroenergia.com.br/produtos/turbinas/turbina-pelton/>. Acesso em 18 fev. 2019.

TESLA, N. Diagrama da Turbina de Tesla. Patente US1061206 A. 1913. Disponível em: <https://www.google.com/patents/US1061206>. Acesso em: 27 jul. 2017.

TESLA TURBINE PROTOTYPE: PREPARING, OPERATING AND USING

ABSTRACT

This paper comes from the project to produce a Tesla (1913) turbine with common materials and demonstrate their use and operation. In the turbine test, a modal mean potential difference of about 1.5V was generated, enough to ignite conventional LEDs. One of the applications of the prototype produced is in classrooms since it can be introduced as a project based on the concept of inverted classroom.

Keywords: *Distributed Generation; Microgeneration; Minigeneration; Nikola Tesla; Tesla Turbine; Boundary Layer.*

Envio: abril/2018

Aceito para publicação: maio/2018