

ESTUDO DE UMA ALTERNATIVA PARA MOVIMENTAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS APLICADOS À ENERGIA SOLAR

Fernando Landerdahl Alves

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Maria
fernando.lander@hotmail.com

Leandro Costa de Oliveira

Professor do curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Maria
leandro@inf.ufsm.br

Lucas Lourencena Caldas Franke

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Maria
l.franke@hotmail.com

Tális Piovesan

Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Santa Maria
talispiovesan@gmail.com

Douglas München Bamberg

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Santa Maria
dm.bamberg@hotmail.com

Resumo. *A geração de energia elétrica fotovoltaica é um segmento que vem se popularizando e ganhando espaço nas mais diversas aplicações. Neste contexto, a utilização de painéis fotovoltaicos para a captação da irradiação solar não é totalmente explorada, uma vez que, na maioria dos casos, estes painéis não apresentam nenhuma movimentação relativa à movimentação do sol. Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre sistemas de painéis fixos e sistemas de painéis móveis, realizada através de análise matemática computacional, em que a estimativa da irradiação solar diária é calculada a partir de equações já desenvolvidas por metodologias existentes; paralelo a isto, desenvolvem-se análises referentes à precisão e a perda de rendimento no funcionamento pulsado do sistema motor. Ainda, é apresentada uma metodologia de projeto de produto no desenvolvimento e fabricação de um movimentador coordenado por motores de passo, afim de que, em trabalhos futuros, seja feita a coleta de dados em campo e a respectiva comparação entre resultados.*

Palavras-chave: *Energia solar. Pannel fotovoltaico. Sistemas móveis.*

1. INTRODUÇÃO

A crescente busca por fontes alternativas de energia reflete uma necessidade deflagrada pela sociedade contemporânea: a exigência na utilização de “energia limpa”. Entre outras, a energia solar é um dos tipos de energia limpa que apresentou notório desenvolvimento, possuindo um mercado amplo e promissor, do campo aeroespacial (satélites, sondas, etc.) até o doméstico (coletores solares residenciais).

Um maior aproveitamento do potencial energético solar é de grande pertinência para o setor. Na busca por um maior desempenho das tecnologias usualmente empregadas é que este trabalho se situa, desenvolvendo um comparativo na geração de energia solar entre painéis fotovoltaicos fixos e painéis fotovoltaicos acoplados a sistemas com movimentação controlada.

A movimentação controlada tem por fundamento o posicionamento do painel

solar a partir da posição que o sol se encontra, ou seja, a medida que o sol descreve sua trajetória, o plano do painel solar muda seu apontamento.

2. METODOLOGIA

Após revisão bibliográfica acerca de movimentação de painéis solares coordenados com a posição solar, o estudo em nível teórico apresenta uma estimativa comparativa entre sistemas fixos e móveis através de análise matemática computacional, levando em consideração equacionamentos já desenvolvidos acerca de atenuação da radiação pela atmosfera. A partir das conclusões observadas nestas primeiras análises, fundamenta-se a proposta de um projeto de sistema movimentador operado por motores de passo, através de uma metodologia de projeto de produto. Após a fabricação do protótipo, serão realizados os experimentos em campo e coletas de dados, concluindo assim a fase prática.

3. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

3.1 Energia fotovoltaica

Segundo Lorenzo (1994), o termo “fotovoltaico” remete a um conjunto de tecnologias as quais convertem luz solar em eletricidade utilizando um dispositivo eletrônico conhecido como “célula solar”.

A conversão desta energia é conhecida como Efeito Fotovoltaico. Este fenômeno foi descoberto em 1839, mas somente em 1880 se deu a construção da primeira célula solar fotovoltaica usando este material, com eficiência na faixa de 2%. Após começar a desenvolver aplicações práticas na segunda metade do século XX, o Bell Laboratory, EUA, em 1954, produziu a primeira célula solar, com concepção e tecnologia das células as quais hoje em dia temos acesso: silício de junção PN.

A partir de então, as pesquisas foram direcionadas ao âmbito aeroespacial (i.e. alimentação de satélites), buscando-se sistemas de maior rendimento e confiabilidade.

Nos últimos anos, o panorama da energia via radiação solar mudou e a viabilidade de sistemas terrestres foi tomando força. Estudos que quantificam aspectos como emissão de CO₂, emissão de óxidos de enxofre, espaço ocupado e água utilizada no processo, ressaltam as vantagens que a energia fotovoltaica tem em relação a outras fontes de energia, como nuclear e carvão.

Segundo Alves (2008), o custo das células solares é o principal obstáculo para o crescimento da energia fotovoltaica em larga escala. Porém, a medida que o tempo passa, esta tecnologia está se tornando cada vez mais competitiva, tanto porque seus custos estão diminuindo, quanto porque os custos de outras formas de geração de energia elétrica estão se tornando mais reais, levando em conta fatores que anteriormente não eram contabilizados, como a questão dos impactos à flora e fauna.

3.2 Radiação e movimentação solar

A radiação solar é a fonte de energia empregada na geração de diferença de potencial nas células fotovoltaicas. As estimativas de radiação encontradas na literatura são, basicamente, equacionamentos traduzidos de dados experimentais coletados com o passar dos anos, inclusive, são incluídos fatores de difícil predição, como por exemplo o grau de nebulosidade em determinadas épocas do ano.

O principal aspecto a ser observado é a atenuação da irradiação operada pela atmosfera, também modelada por diversos autores. Esta atenuação tem grande representatividade a medida que sol se aproxima da linha do horizonte, aumentando assim a espessura da atmosfera a ser trespçada pelos raios solares.

A contínua mudança da posição do sol deve ser prevista a fim de que se definam as coordenadas a serem operadas pelos motores. Muitos algoritmos são propostos para o cálculo desta determinação de posição, sendo o de Blanco Muriel *et al.* (2001) o que se mostrou com a maior versatilidade, adaptando-se bem às mudanças de localidade (latitude/longitude).

O Efeito Cosseno é o fenômeno a ser eliminado pela mobilidade dos painéis solares, uma vez que a irradiância incidente em uma superfície plana é o produto entre a constante de radiação solar no vácuo e o cosseno do ângulo entre o vetor solar e o plano desta superfície.

3.3 Metodologia de projeto de produto

A metodologia de projeto de produto utilizada, proposta por Back *et al.* (2008), foi desenvolvida em três níveis: projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar. No projeto informacional são estabelecidas as especificações do projeto, onde serão identificadas primeiramente as necessidades do cliente, sendo estas desdobradas em requisitos básicos, técnicos e de atratividade. No projeto conceitual é idealizada a concepção geral do produto, onde é feita a busca, a criação, a representação e seleção das soluções para o problema do projeto. Por fim, no projeto preliminar são feitas as especificações mais detalhadas e dimensionamentos dos componentes do projeto.

Através destas fases de desenvolvimento, a concepção desenvolvida é apresentada na Fig. 1.

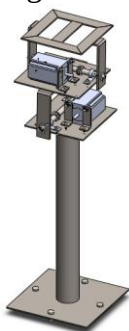


Figura 1 – Concepção idealizada no projeto

O arranjo e a escolha dos componentes se deu de tal forma que os custos dos materiais e a simplicidade na fabricação resultassem em um produto compacto, com liberdade de movimento em dois eixos, que contemplasse todos os requisitos elencados no decorrer do desenvolvimento do projeto.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

As análises comparativas apresentam estimativas a respeito de duas metodologias da atenuação da radiação pela atmosfera. Na Fig. 2, são traçadas as irradiações solares consoante metodologia de Vianello e Alves (1991), enquanto na Fig. 3, segundo metodologia de Janjai (2010).

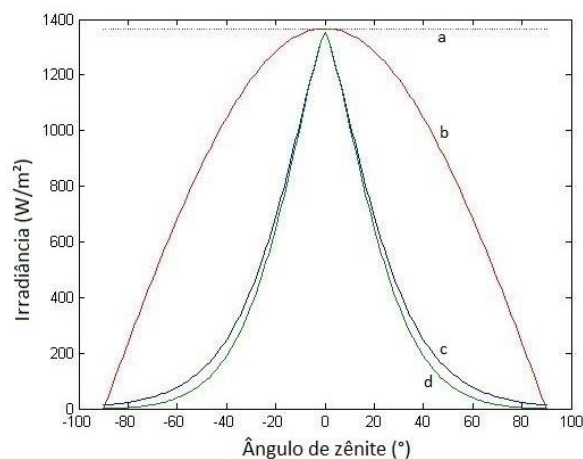


Figura 2 – Curvas de irradiância de acordo com atenuância atmosférica pelo método de Vianello e Alves (1991)

No eixo das abcissas, os ângulos de -90° e 90° representam os instantes de nascente e poente, respectivamente, do sol. Nas quatro funções geradas, a linha (a) é uma função da constante solar no caso hipotético da não existência da atenuação atmosférica e tampouco o efeito cosseno; a linha (b) é a suposição de ausência de atenuação atmosférica mas presença de efeito cosseno; a linha (c) é a simulação feita levando-se em consideração a atenuação atmosférica sem o efeito cosseno (painéis solares sempre normais ao feixe solar); a linha (d) é a mesma simulação, porém, com

os painéis fixos direcionados para o zênite solar (0°).

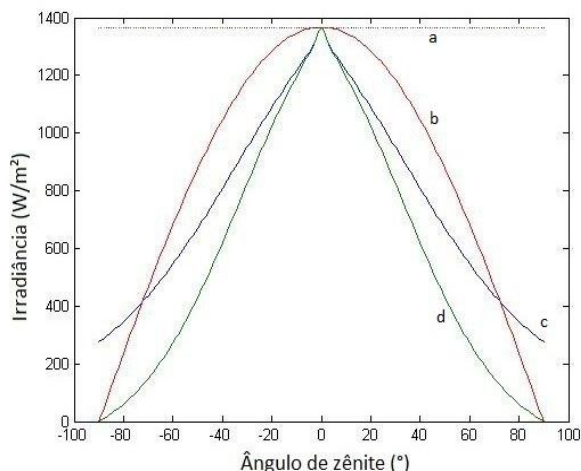


Figura 3 - Curvas de irradiância de acordo com atenuação atmosférica pelo método de Janjai (2010)

Neste gráfico, as linhas (a) e (b) possuem as mesmas funções do gráfico anterior, servindo apenas de referência. A linha (c) é a simulação feita levando-se em conta a atenuação atmosférica sem o efeito cosseno, caso que, da mesma forma como já comentado, os painéis solares descreveriam um movimento contínuo e estariam sempre com a direção normal ao sol; na linha (d) é feita a mesma simulação de atenuação, porém, com os painéis solares fixos, normais ao zênite solar (0°).

Fazendo as respectivas análises dos gráficos gerados, a comparação entre um sistema fotovoltaico móvel (linha c) e um fixo (linha d), tem-se que, para a primeira metodologia, o sistema móvel apresenta 10,4% a mais de irradiação diária, enquanto que na segunda metodologia, apresenta 31% de superioridade.

Estes percentuais, apesar de serem teóricos, demonstram que o desenvolvimento de movimentadores de painéis solares podem potencializar a energia elétrica gerada em instalações de médio e grande porte, como nas usinas

fotovoltaicas que estão sendo instaladas em nosso território.

Tais conclusões reforçam o intuito de implementar o projeto apresentado na seção 3.3, realizando a medição experimental de irradiação solar para, futuramente, efetuar as devidas comparações dos resultados práticos com os teóricos já obtidos.

2. REFERÊNCIAS

ALVES, A. F. **Desenvolvimento de um sistema de posicionamento automático para painéis fotovoltaicos**. 2008. 168 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008. Disponível em <<http://bit.ly/18hgS95>>. Acesso em: 2 maio 2013.

BACK, N. *et al.* **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, concepção e modelagem**. 1a edição. Barueri, SP: Editora Manole, 2008.

BLANCO-MURIEL, M. *et al.* Computing the solar vector. **Solar Energy**, v. 70, p. 431–441, 2001. Disponível em <http://www.researchgate.net/Computing_the_Solar_Vector>. Acesso em: 21 maio 2013.

LORENZO, E. **Solar Electricity – Engineering of Photovoltaic Systems**. 1994. 321 f. Sevilla: Ed. Progensa. Disponível em <<http://bit.ly/18hgPKr>>. Acesso em: 27 abr. 2013.

JANJAI, S. A method for estimating direct normal solar irradiation from satellite data for a tropical environment. **Solar Energy**, v. 84, p. 1685-1695, 2010. Disponível em <<http://bit.ly/15yC5bL>>. Acesso em: 30 maio 2013.

VIANELLO R. L.; ALVES A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa – MG: Imprensa Universitária, 1991. 449p.