

PROJETO DE CONTROLE PARA UM SISTEMA DE RASTREAMENTO SOLAR ACOPLADO EM UMA PLACA FOTOVOLTAICA

Fernando Kenzo Sato¹, Diogo Ramalho de Oliveira^{1,2}

¹ Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Três Lagoas - MS

² Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Ilha Solteira - SP

fernando.sato90@gmail.com, diogo.ramalho@ifms.edu.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo a construção de um protótipo de um rastreador solar utilizando placas fotovoltaicas como elemento sensor e fonte de energia para o sistema de rastreamento. O protótipo possui dois graus de liberdade e é constituído por 4 placas fotovoltaicas e 2 motores de corrente contínua que são responsáveis pela movimentação horizontal e vertical do rastreador solar. A ideia básica do sistema de controle baseia-se em utilizar duas placas fotovoltaicas idênticas ligadas em antiparalelo ao motor, pois dessa forma cada uma será responsável por girar o eixo do motor em um sentido. Para próximos trabalhos ainda será necessário a realização de testes mais específicos para observar o aumento da captação solar, além de melhorar a estrutura mecânica atual.

Palavras-chave: rastreador solar, placa fotovoltaica, eficiência energética.

Metodologia e desenvolvimento

A demanda energética mundial apresentou crescimento significativo nos últimos anos, assim como a preocupação com o meio ambiente. Devido a esses fatores, estudos relacionados com fontes de energia renováveis estão cada vez mais frequentes (Pereira et al., 2006). A tecnologia fotovoltaica é muito popular entre as fontes de energia renováveis devido a sua capacidade de converter de maneira direta a radiação solar em eletricidade (Teo et al., 2011). Um sistema de rastreamento solar busca maximizar a incidência dos raios solares de maneira automática ao longo do dia (Villalva, 2015).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de rastreamento solar para ser acoplado a um painel fotovoltaico afim de mantê-lo perpendicular aos raios solares e aumentar a sua eficiência. A ideia básica do sistema de controle do sistema de rastreamento solar baseia-se em utilizar duas placas fotovoltaicas idênticas ligadas em antiparalelo ao motor, pois dessa forma cada uma será responsável por girar o eixo do motor em um sentido.

Dessa forma, as próprias placas fotovoltaicas serão utilizadas como elementos sensores e a energia elétrica gerada por elas será utilizada para alimentar os motores. Além disso, não haverá necessidade de utilizar controladores, programados para executar o algoritmo de rastreamento solar.

O princípio de funcionamento

De forma simplificada, o funcionamento do sistema de rastreamento solar é dado da seguinte forma. Considere inicialmente um rastreador solar com somente um grau de liberdade. Neste caso, é necessário a utilização de duas placas fotovoltaicas, um motor de corrente contínua e dois diodos, como apresentado a seguir:

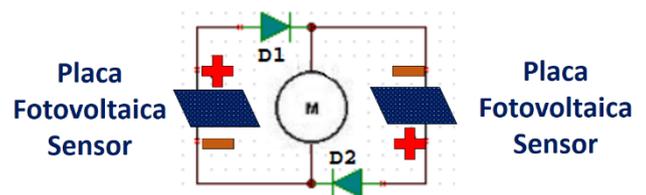


Figura 1. Montagem do sistema de rastreamento com as placas fotovoltaicas.

Na Figura 1, note que as placas fotovoltaicas estão ligadas em paralelo com o motor de corrente contínua, porém com polaridades invertidas. Vamos nos referir à essa montagem como ligação em antiparalelo.

As placas fotovoltaicas, quando expostas ao sol, podem ser interpretadas como fontes de tensão, assim como apresentado na Figura 2.

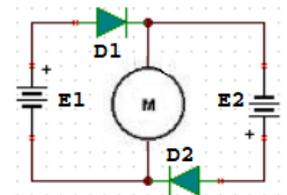


Figura 2. Circuito equivalente do sistema de rastreamento.

A partir das Figuras 1 e 2, note que as placas fotovoltaicas podem ser interpretadas como fontes de tensão $E1$ e $E2$. Os valores das tensões $E1$ e $E2$ estão diretamente relacionados à quantidade de radiação solar que incide diretamente na placas fotovoltaicas, de forma que os valores de $E1$ e $E2$ podem variar de 0V (menor incidência de raios solares) até 5V (maior incidência de raios solares). Observe que as tensões $E1$ e $E2$ são no máximo igual a 5V, pois dependem da quantidade de radiação solar que se altera ao longo do dia, em virtude de nuvens, por exemplo.

A ideia básica é que as placas fotovoltaicas que servirão de elementos sensores estejam posicionados atrás do painel fotovoltaico principal, assim como apresentado na Figura 3.

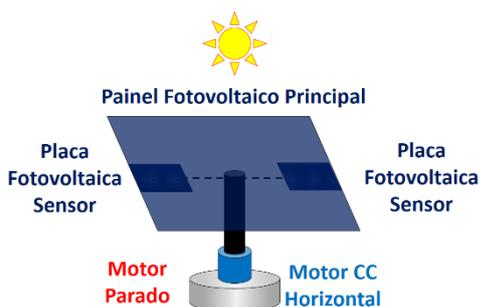


Figura 3. Esquema das placas fotovoltaicas sensores com os raios solares incidindo perpendicularmente ao painel fotovoltaico principal.

A partir das Figura 2 e 3, note que, caso as placas fotovoltaicas fiquem totalmente atrás do painel fotovoltaico principal, os valores de $E1$ e $E2$ serão iguais a zero e o motor ficará parado. Isso indica que os raios solares estão incidindo perpendicularmente ao painel fotovoltaico principal, gerando a maior quantidade de energia elétrica.

Conforme a posição relativa do sol se altera durante o dia, podem ocorrer mais dois casos de funcionamento do sistema de rastreamento, como ilustrados nas Figuras 4 e 5.



Figura 4. Esquema das placas fotovoltaicas sensores com os raios solares incidindo a esquerda do painel fotovoltaico principal.

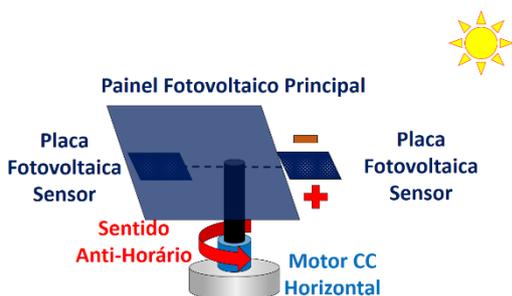


Figura 5. Esquema das placas fotovoltaicas sensores com os raios solares incidindo a direita do painel fotovoltaico principal.

A partir da Figura 4 e 5, note que se o sol estiver posicionado a esquerda (ou direita) do painel fotovoltaico principal, as placas fotovoltaicas sensores estarão com intensidade luminosa diferentes, tal que:

- Se o sol estiver a esquerda: $0 < E1 \leq 5V$ e $E2 = 0V$ e o motor irá girar no sentido horário.

- Se o sol estiver a direita: $E1 = 0V$ e $0 < E2 \leq 5V$ e o motor irá girar no sentido anti-horário.

Note que, dependendo da situação, o motor irá girar em um sentido, pois as placas estão conectadas ao motor em antiparalelo. Além disso, note que o motor só irá parar de se mover quando os raios solares estiverem incidindo de forma perpendicular ao painel fotovoltaico principal, como ilustrado na Figura 3.

Por fim, é possível reproduzir este esquema de controle para o segundo grau de liberdade (vertical) inserindo mais duas placas fotovoltaicas, dois diodos e um motor de corrente contínua, assim como ilustrado na Figura 6.

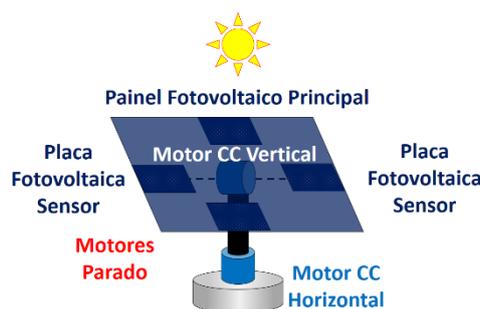


Figura 6. Sistema de rastreamento com dois graus de liberdade.

O protótipo: materiais utilizados

Os materiais utilizado para o desenvolvimento do protótipo foram:

- 4 placas fotovoltaicas de 1,2W e 5V (7cm x 11cm).
- 2 motores de corrente contínua de 30rpm e 5V.
- Engrenagens
- Canaletas de alumínio

Utilizou-se uma canaleta de alumínio para fazer uma estrutura simples do sistema mecânico. As canaletas foram construídas em um suporte em forma de cruz para a fixação das placas, com as dimensões de 30 cm por 25 cm.

O suporte das placas foram fixadas na canaleta, e as engrenagens dispostas de forma a serem movimentadas pelo motores, que possuem uma engrenagem menor em suas pontas. Uma engrenagem foi disposta próxima do centro da canaleta servindo para a movimentação vertical das placas fotovoltaicas. A segunda engrenagem foi fixada em uma canaleta de 25 cm, que está servindo como sustento da estrutura, servindo para a movimentação horizontal.

Após a construção do protótipo, foram realizados testes para ver o funcionamento da movimentação das placas. Os resultados e considerações gerais são apresentados a seguir.

Resultados e Considerações Finais

O protótipo do sistema de rastreamento solar pode ser observado nas Figuras 7 e 8.



Figura 7. O protótipo do sistema de rastreamento solar com dois graus de liberdade.



Figura 8. O protótipo do sistema de rastreamento solar com dois graus de liberdade exposto ao sol.

Na Figura 7 pode-se observar a estrutura mecânica e as placas fotovoltaicas que funcionam como sensores. O sistema não está exposto ao sol, dessa forma as placas fotovoltaicas não geram energia e os motores ficam parados.

Na Figura 8, foi adicionado um painel de papelão em frente as placas fotovoltaicas, simulando a presença de um painel fotovoltaico principal. Observe que as quatro placas estão na sombra, mantendo os motores parados, pois dessa forma os raios solares estão incidindo perpendicularmente ao papelão. Quando a posição do sol se altera ao longo do dia, a placa fotovoltaica que estiver exposta ao sol atua no motor de corrente contínua, corrigindo a posição do sistema de rastreamento.

De forma geral, o protótipo funciona de maneira adequada, seguindo o princípio de funcionamento apresentado anteriormente. Ou seja, ao longo do dia, o sistema de rastreamento busca se posicionar de maneira a receber os raios solares perpendicularmente à estrutura reservada ao painel fotovoltaico.

As quatro placas fotovoltaicas servem como sensores e também alimentam os dois motores de corrente contínua que são responsáveis pela movimentação horizontal e vertical do sistema de rastreamento.

Com a estrutura pronta, foi possível perceber alguns problemas mecânicos, como a dificuldade da movimentação vertical, devido à fragilidade do sistema de engrenagens que foi utilizado. Todas as engrenagens foram reaproveitadas de impressoras antigas. Para trabalhos futuros serão feitas melhorias na parte mecânica do protótipo.

Outro ponto a ser investigado em trabalhos futuros será a análise do rendimento do painel fotovoltaico principal. Nas Figuras 7 e 8, note que o sistema ainda não possui este painel fotovoltaico principal, pois a fragilidade da parte mecânica impossibilita a sua instalação.

Agradecimentos

Ao IFMS/TL pelo incentivo financeiro de acordo com o Edital 027/2018 – Propi/IFMS.

Referências

Pereira, E. B; Martins, F.R.; Abreu, S. L. de; Rütther, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos: INPE, 2006.

Teo, H.G.; Lee, P.S.; Hawlader M.N.A. An active cooling system for photovoltaic modules. Applied Energy. Singapore, p. 309-315. 04 fev. 2011.

Villalva, M. G.. Energia solar fotovoltaica: conceito e aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2015.