



Desenvolvimento de um seguidor solar ativo de eixo horizontal

Amanda Emanuele Gouvea Morente¹ – amandae.gouveamorente@gmail.com

Bruno Tokio Iaemori Filho¹ – brunofilho2001@hotmail.com

Gabriel Guilherme de Oliveira¹ – gab_guilherme@hotmail.com

Guilherme Neri Sant'ana Ribeiro¹ – guilherme.n@outlook.com

Rofolfo Rodrigues Barrionuevo Silva¹ – rodolfo.silva@ifpr.edu.br

Resumo: Nas últimas décadas, tem se expandido a busca por fontes renováveis de energia, das quais destaca a energia solar fotovoltaica. A utilização dessa energia ainda representa um pequeno percentual e precisa ser mais explorada. A geração desta energia depende diretamente da exposição à radiação solar dos seus painéis fotovoltaicos. A utilização de seguidores solares tem o objetivo de aumentar essa exposição e o potencial de geração desses sistemas. Neste sentido, o presente trabalho descreve o desenvolvimento de um protótipo de seguidor solar ativo de eixo horizontal para painéis fotovoltaicos. Este protótipo visa auxiliar projetos que busquem melhorar a produção de energia em sistemas de geração fotovoltaica. São apresentados o sistema de controle da posição do painel solar e a estrutura construída, os quais se mostraram adequados para a aplicação descrita.

Palavras-chave: Geração Fotovoltaica; Protótipo; Seguidor solar ativo.

1. Introdução

O consumo de energia elétrica apresenta crescimento em todo o planeta e a maioria dessa energia consumida provém de fontes não renováveis, prejudiciais ao meio ambiente. Logo, nas últimas décadas tem se expandido a busca por fontes renováveis de energia, das quais destaca a energia solar.

A energia do sol pode ser considerada inesgotável, tanto como fonte de calor e luz, quanto para geração de energia elétrica, sendo atualmente uma alternativa para prover a energia elétrica necessária ao desenvolvimento da sociedade (CEPEL, 2014).

É a energia mais abundante dentre as fontes conhecidas de energia renovável, sendo que, para um determinado período, a superfície terrestre é irradiada por um quantidade de energia solar muito maior que a necessidade energética

mundial para esse mesmo período (VILLALVA, 2012).

Além da sua abundância, a energia solar desperta interesse pelos fatores de sustentabilidade e baixo impacto ambiental. Apesar disso, sua utilização ainda representa um pequeno percentual da matriz energética mundial e precisa ser expandida (VILLALVA, 2012).

O aproveitamento da energia solar, de forma simplificada, pode ocorrer por meio da energia térmica e fotovoltaica (CEPEL, 2014), sendo a última o tema abordado neste trabalho.

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, devido ao Efeito Fotovoltaico. Esse efeito consiste no surgimento de uma diferença de potencial nos terminais de uma célula fotovoltaica, causada pela irradiação solar (CEPEL, 2014).

Logo, um sistema fotovoltaico depende diretamente da intensidade da radiação solar que atinge os painéis e a quantidade de energia produzida é função desta radiação solar à qual os módulos fotovoltaicos são expostos. A produção de energia elétrica é otimizada quando as células fotovoltaicas são atingidas pelos raios solares de forma perpendicular, elevando, assim, o rendimento do sistema (VILLALVA, 2012).

Nos sistemas com módulos fotovoltaicos fixos, a incidência de radiação de forma perpendicular à placa, considerada condição ideal de geração, ocorre em curtos períodos.

A utilização de sistemas de rastreamento solar, também denominados seguidores solares, tem o objetivo de estender esses períodos, aumentando o potencial de geração de sistemas fotovoltaicos e elevando a sua competitividade frente a outras fontes (AYABE; DA SILVA JUNIOR; LOVATO, 2017).

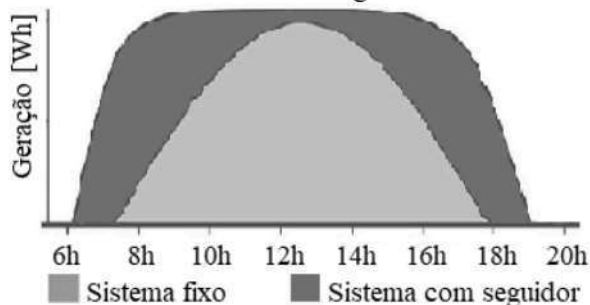
Neste sentido, o desenvolvimento deste trabalho buscou projetar e construir um protótipo de um seguidor solar para painéis fotovoltaicos, visando melhorar o aproveitamento da radiação solar, e consequentemente, a produção de energia.

2. Seguidores Solares

O seguidor solar é um dispositivo que tem como objetivo ajustar o posicionamento dos painéis fotovoltaicos para que sempre estejam na posição mais favorável para captar o máximo de radiação solar possível (CORTEZ, 2013). Para isso, o dispositivo altera a posição dos painéis fotovoltaicos para uma melhor captação de luz solar, assim, obtendo maior produção de energia solar se comparado com sistemas fixos.

Na Figura 1 é apresentado um exemplo comparativo da geração de energia entre um sistema fixo e um sistema com seguidor solar. Pode-se notar que o sistema com seguidor solar apresenta períodos mais longos de máxima geração.

Figura 1 – Comparativo da geração de energia em sistema fixo e com seguidor solar



Fonte: adaptado de Cortez (2013)

Tendo em vista a vantagem do uso do seguidor solar, nesta seção são apresentados os principais tipos de seguidores disponíveis no mercado e as estratégias de controle do posicionamento.

2.1 Tipos de seguidores

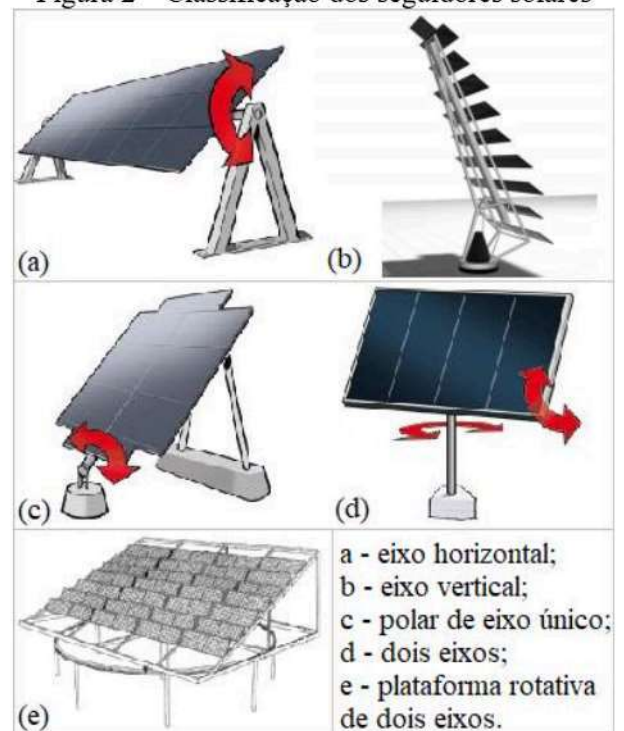
Os seguidores podem ser classificados em função do seu modo de operação ou em relação aos seus eixos de movimento.

Quanto ao modo de operação, os seguidores podem ser ativos ou passivos. Os seguidores ativos, foco deste trabalho, necessitam da atuação de motores externos para deslocar o

painel ao longo da trajetória pretendida. Já os passivos não necessitam de alimentação elétrica para deslocar o painel, pois sua operação é baseada em princípios mecânicos que respondem a estímulos ambientais e assim, orientam o painel na direção do sol (PEREIRA, 2015).

Quanto aos eixos de movimentação, os seguidores solares podem ser classificados como (CORTEZ, 2013): de eixo horizontal; de eixo vertical; polar de eixo único; de dois eixos; e de plataforma rotativa de dois eixos. A Figura 2 ilustra esses tipos de seguidores.

Figura 2 – Classificação dos seguidores solares



Fonte: adaptado de Cortez (2013) e Pereira (2015)

2.1 Estratégias de controle do posicionamento

O controle de um sistema de seguimento pode ser feito usando sensores de luminosidade ou algoritmos de determinação da posição do sol. Ou ainda de forma mista, recorrendo aos dois referidos elementos.

Os seguidores com sensores podem ser construídos usando dispositivos fotossensíveis para determinar a posição do sol, tal como os fotossensores LDR (*Light Dependent Resistor*). Ou também podem recorrer ao uso de câmaras e algoritmos de busca para definir posição de maior intensidade luminosa (CORTEZ, 2013). Neste trabalho optou-se por desenvolver o seguidor

solar utilizando sensores do tipo LDR.

Outra forma de controlar o posicionamento do seguidor é utilizar algoritmos para calcular as coordenadas solares, que geralmente necessitam de informações como a data e hora, latitude e longitude, entre outros dados. Esses sistemas calculam a posição do sol de forma bastante precisa (CORTEZ, 2013).

3. Desenvolvimento do protótipo

Nesta seção são apresentadas as considerações a respeito do desenvolvimento do protótipo do seguidor solar. Foram desenvolvidos o controle da posição do painel solar e a estrutura de suporte e posicionamento.

3.1 Controle da posição do painel solar

O desenvolvimento do sistema de controle da posição do painel solar tem o objetivo de manter este painel sempre posicionado em direção aos raios solares.

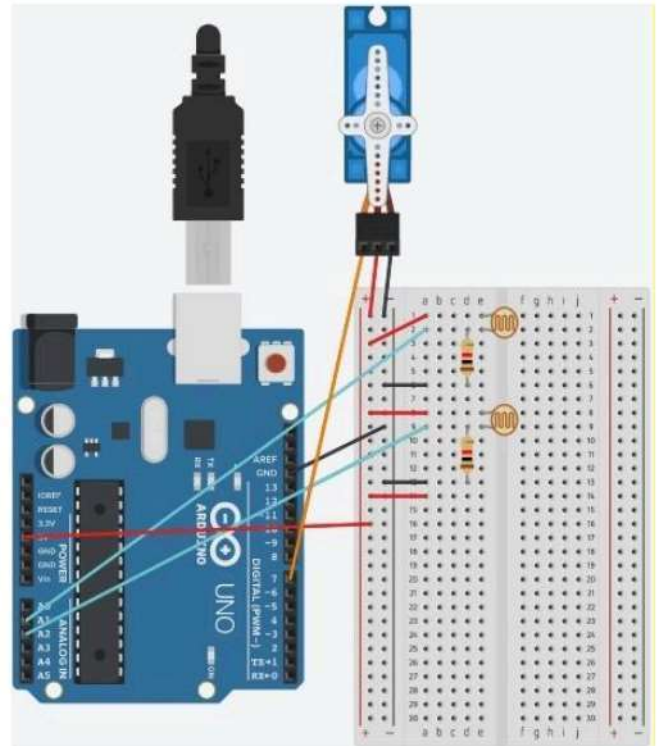
Para isso, foi montado um circuito elétrico que compara a intensidade luminosa nas extremidades do painel. Essa comparação foi realizada através de circuitos divisores de tensão, utilizando dois sensores de luminosidade do tipo LDR, permitindo assim, identificar a extremidade do painel que apresentava maior intensidade luminosa. A Figura 3 apresenta este circuito elétrico desenvolvido.

A informação da intensidade luminosa no painel solar foi utilizada no controle do seu posicionamento. Este controle foi feito utilizando a plataforma de microcontrolador Arduino Uno R3, cuja programação foi desenvolvida em C utilizando o *software* Arduino Create v.1.8.9.

Este programa monitora a variação da resistência nos sensores LDR e atua no controle do posicionamento do painel utilizando um servo-motor acoplado em um eixo da estrutura de suporte do painel. A Figura 3 também ilustra o Arduino e o servo-motor utilizados, já a Figura 4 apresenta a programação desenvolvida.

O funcionamento do programa consistia em comparar o sinal analógico da tensão nos sensores LDR, identificando em qual sensor havia maior luminosidade para que então, o Arduino atuasse no servo-motor e posicionasse o painel na posição ideal.

Figura 3 – Circuito de monitoramento da intensidade luminosa e de controle do servo-motor



Fonte: Os autores (2019).

Figura 4 – Programação do Arduino

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int pos = 0; int tolerance = 10;
int sens1 = A4; int sens2 = A5;
void setup() {
  myservo.attach(9);
  pinMode(sens1, INPUT);
  pinMode(sens2, INPUT);
  myservo.write(pos);
  delay(2000); }
void loop() {
  int val1 = analogRead(sens1);
  int val2 = analogRead(sens2);
  if(abs(val1-val2) <= tolerance) {
    delay(50); }
  if(abs(val1-val2) >= tolerance) {
    if(val1 > val2) {
      pos = pos-1;
      if(pos>=180){pos = 180;} }
    if(val1 < val2){
      pos = pos+1;
      if(pos<= 0){pos = 0;} }
    myservo.write(pos);
    delay(50); } }
```

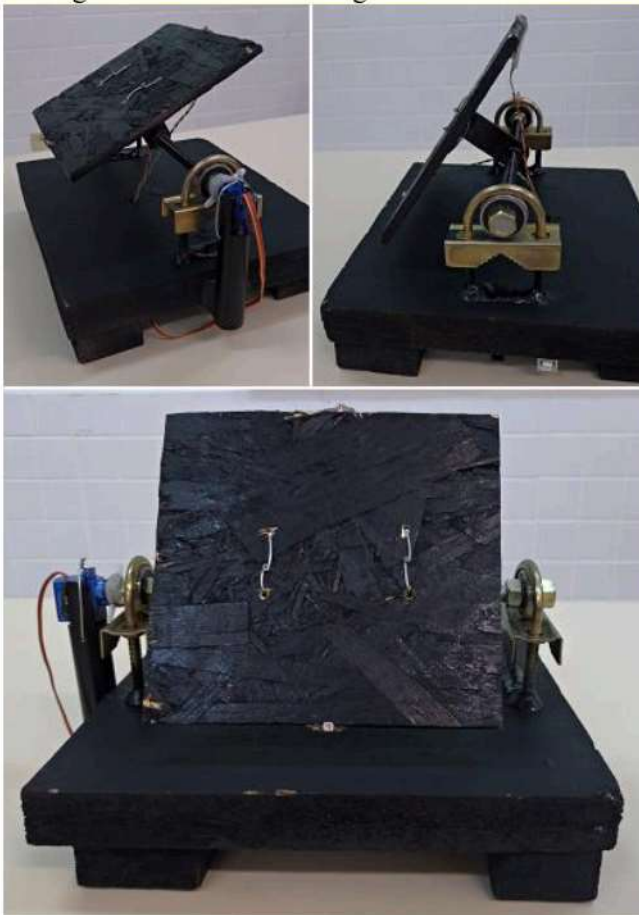
Fonte: Os autores (2019).

3.2 Estrutura de suporte e posicionamento

A construção da parte mecânica do sistema necessitou da confecção dos seguintes componentes: i) um suporte plano para ser instalado o módulo fotovoltaico; ii) um eixo horizontal acoplado ao servo-motor e fixado no suporte plano, possibilitando o controle do posicionamento do módulo; iii) duas hastes verticais de sustentação do eixo e do servo-motor, as quais possibilitaram a passagem dos fios de comunicação entre os circuitos; e por fim, iv) uma base para sustentar o sistema e ao mesmo tempo proteger os componentes eletrônicos.

A Figura 5 apresenta esta estrutura.

Figura 5 – Estrutura do seguidor solar montada



Fonte: Os autores (2019).

4. Considerações finais

O presente trabalho descreveu o desenvolvimento de um protótipo de seguidor solar ativo para painéis fotovoltaicos, visando auxiliar em projetos que busquem melhorar o aproveitamento da irradiação solar e a produção

de energia em sistemas de geração fotovoltaica.

Obteve-se êxito nesse desenvolvimento, visto que o sistema de controle da posição do painel solar atuou adequadamente, identificando a direção dos raios solares e posicionando corretamente o suporte do painel fotovoltaico.

A estrutura construída se mostrou adequada para o suporte do módulo fotovoltaico, permitindo que o sistema de posicionamento, composto pelo conjunto de eixo horizontal e servo-motor, realizasse os movimentos necessários para o adequado posicionamento do painel. O circuito elétrico e a programação do Arduino mostraram-se eficientes, com resposta em tempo adequado para a aplicação.

As próximas ações deste projeto será comparar a geração de energia deste sistema com a de um sistema fixo, conforme a metodologia descrita em Ayabe, da Silva Junior e Lovato (2017). Também será mensurado o consumo do seguidor solar, para que assim seja possível mensurar o ganho na eficiência desse sistema.

REFERÊNCIAS

AYABE, M. S.; DA SILVA JR, S. A.; LOVATO, T. G. **Análise de desempenho de um gerador fotovoltaico dotado de um seguidor solar de eixo polar**. 2017. 143 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba, 2017.

CEPEL – Centro de Pesquisas em Energia Elétrica, 2014. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CRESEB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito.

CORTEZ, R. J. M. **Sistema de Seguimento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica**. 2013. Dissertação (Mestrado), Universidade de Porto, Porto - Portugal, 2013.

PEREIRA, D. S. **Avaliação de Desempenho de Protótipo de Seguimento Solar Passivo Biaxial**. 2015. Dissertação (Mestrado), Universidade de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2015.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Erica, 2012.