

Sistema seguidor solar microcontrolado



Daiane Maria Mendes Duarte ^[1], Francisco Eduardo Mendes da Silva ^[2], José Alves do Nascimento Neto ^[3]

[1] daianemendes.d@gmail.com. [2] eduardomendess@hotmail.com. [3] josealvesneto@gmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Cajazeiras.

RESUMO

A demanda de energia elétrica é cada vez maior devido ao grande crescimento da população e do novo estilo de vida adotado pela sociedade moderna, cada vez mais industrializada. Nesse sentido, o consumo de energia vem apresentando um crescimento acelerado. Concomitantemente, a sociedade se movimenta no sentido de se conscientizar das alterações ocasionadas na natureza, e, assim, surge a necessidade de novos meios de geração de energia, menos impactantes ao meio ambiente, denominadas energias renováveis. Este artigo vem apresentar um sistema seguidor solar microcontrolado, que possibilita uma maior captação de energia em placas solares, pois as posiciona sempre com sua face voltada para o sol. O sistema de controle é baseado nas equações matemáticas cujos resultados são as posições do sol num dado dia e em uma dada hora. Estas coordenadas são calculadas e resultam no deslocamento da célula fotovoltaica por meio de um motor.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica. Seguidor solar. Arduino.

ABSTRACT

The demand for electricity is increasing due to the large population growth and new life style adopted by modern society, which is increasingly industrialized. In this sense, the power consumption has been showing rapid growth. Concurrently, the companies are moving in direction of being aware of the incurred changes in nature, and thus arises a need for new means of generating energy less impact on the environment, which is called renewable energy. This article is to present a microcontrolled solar tracker system. This solar tracker enables to increase energy reception of solar panels in the same position, always with his face to the sun. The control system is based on mathematical equations and the results are the positions of the sun on a particular day and at a particular time, these coordinates are calculated and results in displacement of the photovoltaic cell by means of a motor.

Keywords: Photovoltaic energy. Solar tracker. Arduino.

1 Introdução

As necessidades energéticas mundiais aumentam de ano para ano de forma constante, e, nesse momento, uma das principais formas de suprir essa necessidade é recorrer aos combustíveis fósseis, que são uma fonte energética muito poluente e não renovável. De forma a encontrar uma alternativa a esse recurso, existe, cada vez mais, maior interesse pelas chamadas energias renováveis, que são fontes de energia limpa e inesgotável (PEREIRA, 2011).

Uma das fontes de energia renovável que mais tem se popularizado é a energia fotovoltaica, cujo avanço verificado nos últimos anos e o crescente interesse por ela despertado tem estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias no sentido de aumentar a sua produção.

Dentre as tecnologias que podem ser usadas para aumentar o rendimento dos módulos fotovoltaicos, encontram-se os seguidores solares. O interesse por essa tecnologia deve-se ao fato de ser uma tecnologia relativamente simples e que permite, na maioria dos casos, aumentos significativos na produção, em troca de um investimento relativamente baixo, quando comparado com o custo dos painéis fotovoltaicos.

A energia solar é uma energia limpa e, praticamente, inesgotável, que pode ser aproveitada através de várias tecnologias, desde a solar térmica até a solar fotovoltaica. Acredita-se que tal tecnologia venha a tornar-se uma das fontes energéticas com maior crescimento futuro. O seguidor solar controlado por um microcontrolador arduino, através de um motor de passo, será alvo de estudo neste trabalho.

Plataforma Arduino

O arduino consiste de uma plataforma *open-source* de prototipagem eletrônica, criado com o objetivo de permitir o desenvolvimento de controle de sistemas interativos. Para esclarecer, segundo (MCROBERT, 2011), o arduino é um pequeno computador programado para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos a ele conectados.

Existem vários modelos de arduino, a saber: Arduino Uno, Duemilanove, Roboduino, Nano, Lilypad, Mega. Contam também com a facilidade de acoplar a placa principal *Shields* (placas que podem ser conectadas sobre o PCB arduino, estendendo as suas capacidades); *Ethernet Shield* (para conexão em rede); *LCD Shield* (para conexão de telas LCD);

USB Shield (para conexão de periféricos USB); entre outros (ARDUINO, 2014).

O uso do componente arduino nesse projeto é muito importante, pois, através dele, é possível controlar o motor de passo por meio das equações matemáticas da trajetória solar implementadas no software do arduino e, assim, mover as placas fotovoltaicas.

Motor de Passo

Os motores de passo são dispositivos eletromecânicos que convertem pulsos elétricos em movimentos mecânicos, gerando variações angulares discretas. O rotor ou eixo de um motor de passo é rotacionado em pequenos incrementos angulares, denominados “passos”, quando pulsos elétricos são aplicados em uma determinada sequência nos seus terminais (BRITES, 2008).

Nesse projeto, a utilização do motor de passo para posicionar a célula fotovoltaica é bem conveniente, devido à relativa facilidade de rotacionar seu eixo, posicionando-o em qualquer ângulo desejado.

2 Materiais e Métodos

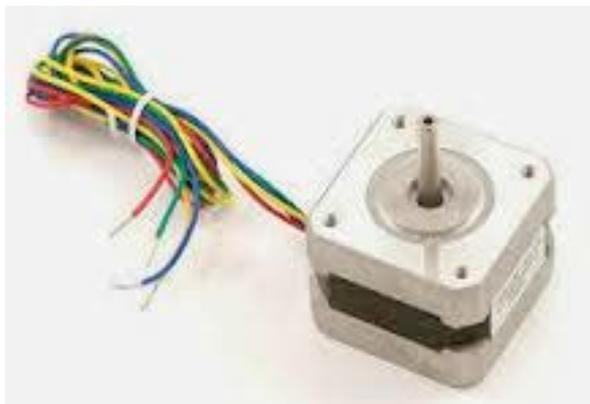
No presente trabalho, utilizou-se o arduino mega, ilustrado na Figura 1, programado para rotacionar o motor de passo de acordo com o passar do tempo.

Figura 1 – Arduino Mega



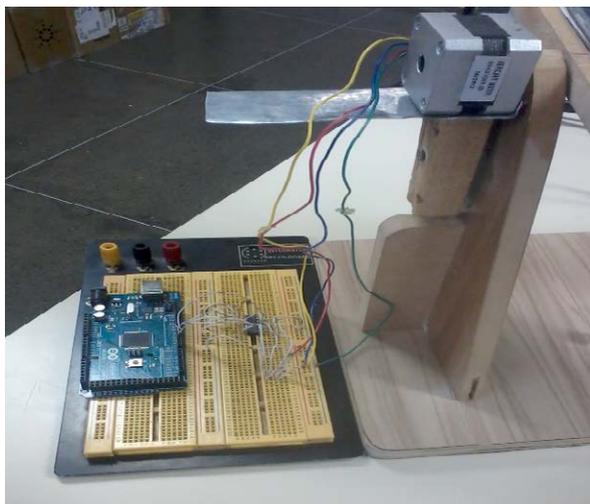
O motor de passo, ilustrado na Figura 2, foi utilizado para movimentar a célula fotovoltaica. Por meio da programação do arduino, pode-se controlar fatores tais como: ângulo de rotação, velocidade e a posição final do eixo.

Figura 2 – Moto de Passo



Para a utilização do motor de passo, faz-se necessário o uso de uma ponte H, implementada pelo CI L293D, permitindo que o motor rode tanto para um sentido quanto para o outro. Isso permite que o painel retorne ao ponto de partida depois de acompanhar a trajetória do sol. Foram usados dois capacitores para filtrar a tensão, pois o capacitor tem a função de armazenar cargas elétricas quando liga uma fonte de tensão. O circuito montado encontra-se ilustrado na Figura 3, na qual se pode observar a plataforma Arduino MEGA ligada à ponte H e esta, ligada ao motor de passo.

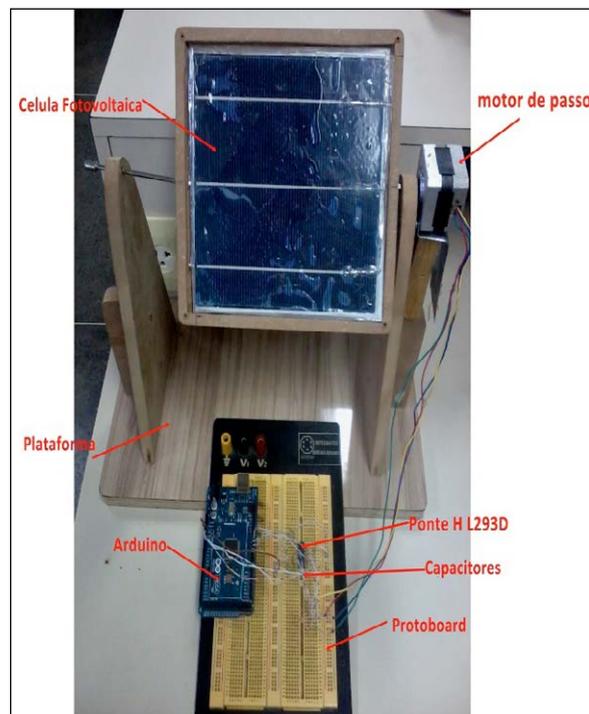
Figura 3 – Montagem do Circuito



3 Resultados e Discussão

O equipamento construído consiste em uma plataforma de madeira na qual foram colocados todos os componentes necessários para montagem e funcionamento do circuito, ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Equipamento Montado



A determinação da trajetória solar pode ser obtida por meio de simulação, utilizando-se programas específicos, nos quais se encontram programadas as equações que determinam sua trajetória e que plotam a carta solar para uma dada latitude e longitude dentro do globo terrestre. Essa trajetória pode ser obtida também diretamente a partir de cálculos baseados nas equações que determinam a posição do sol em qualquer latitude, dia e hora do ano (OLIVEIRA, 2013).

As equações utilizadas para determinar a posição do sol em um dia e hora específicos do ano, em uma dada latitude e longitude são apresentadas a seguir, conforme entende Moraes (2009, p. 34-40).

- Cálculo do meridiano do fuso horário local, (LSMT) onde T_{GMT} é o tempo médio de Greenwich

$$LSMT = 15^\circ \times \Delta T_{GMT} \quad (1)$$

Observação: cada hora equivale a uma rotação da Terra de $360^\circ/24 = 15^\circ$

- Cálculo do tempo solar exato (E_0T)

$$E_0T = 9,78 \times \sin(2B) - 7,53 \times \cos(B) - 1,5 \times \sin(B) \quad (2)$$

Onde: $B = 360/365 \times (d - 81)$

Observação: d é o número de dias desde o início do ano.

- Cálculo da correção do tempo local (TC)

$$TC = 4 \times (LSTM - longitude) + E_0T \quad (3)$$

- Cálculo do tempo solar local (LST) onde, o LT é a hora local

$$LST = LT + TC \quad (4)$$

- Cálculo do ângulo horário solar (HRA)

$$HRA = 15^\circ \times (LST - 12) \quad (5)$$

- Cálculo da declinação solar (δ)

$$\Delta = \sin^{-1} \{ \sin(23,45) \times \sin[360 / 365 (d - 81)] \} \quad (6)$$

- Cálculo da altura e azimute solar

$$Altura_{Solar} = \sin^{-1} [\sin \delta \times \sin \psi + \cos \delta \times \cos(HRA)] \quad (7)$$

$$Azimute_{Solar} = \cos^{-1} \frac{\sin \delta \times \cos \psi - \cos \delta \times \sin \psi \times \cos(HRA)}{\cos \alpha} \quad (8)$$

Os dados utilizados para a programação do arduino encontram-se na Tabela 1, na qual pode-se observar a trajetória solar na cidade de Cajazeiras (latitude $-06^\circ 53' 24''$ e longitude $38^\circ 33' 43''$) no dia 01 de abril de 2013.

Tabela 1 – Dados utilizados na Programação

Horário. Data	Azimute (α°)	P. solar W/m ²	Temperatura °C	Altura (α°)
06:00 01/04/13	173.3	643	23.9	7.06
07:00	175	1040	32.3	18.93
08:00	171	1190	31.9	32.45
09:00	170	1221	31.3	45.61
10:00	160	1252	32.5	58.6
11:00	140	1254	34	64.15
12:00	80	1284	33.8	72
13:00	42	1245	37	66.64
14:00	20	1203	38	52.85
15:00	11.66	1188	33	38.38
16:00	5	1053	32.6	24.23
17:00	7	680	32	8.34

4 Conclusões

O projeto realizado demonstra a viabilidade de implementação de um sistema de seguimento solar por meio do motor de passo. Para aplicações que empregam módulos fotovoltaicos, deve-se utilizar motores de passo mais robustos, a fim de que consigam vencer a inércia e movimentar todo o módulo.

O sistema de seguimento solar possibilita o comparativo entre o sistema com placas fixas em relação àquelas em que o sistema de seguimento solar está implementado. Dessa forma, é possível atestar se o ganho de energia é significativo, o que aponta para o desenvolvimento da presente pesquisa em um trabalho futuro.

O projeto conta com seguimento em apenas um eixo, ou seja, leva em consideração apenas a altura do sol, e foi implementado segundo os dados fornecidos na Tabela 1, tornando, assim, interessante a implementação do sistema seguidor para qualquer dia do ano. Isto pode ser conseguido por meio da implementação das equações apresentadas e da inclusão de um circuito temporizado para marcar a passagem do tempo.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Disponível em: <www.arduino.cc>. Acesso em: 30 abr. 2014.

BANZI, M. Capítulo 1: Introdução. In: _____. **Primeiros passos com o Arduino**. São Paulo: Novatec, 2011. p. 17-20. Disponível em: <<http://www.novateceditora.com.br/livros/primeiros-passos-arduino/capitulo9788575222904.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2014.

Brites, F. G.; Santos, V. P. A. **Motor de Passo**. Niterói: UFF, 2008. Disponível em: <www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/stepmotor/stepmotor2k81119.pdf>. Acesso em: 9 maio 2014.

CASTRO, R. **Uma introdução às energias renováveis**: eólica, fotovoltaica e mini-hídrica. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2011. (Coleção Ensino da Ciência e da Tecnologia).

LEITE, B. H. F. C. *et al.* **Estudo do motor de passo e seu controle digital**. Disponível em: <http://recreio.gta.ufrj.br/grad/01_1/motor>. Acesso em: 5 maio 2014.

MCROBERTS, M. Capítulo 1 Introdução. In: _____. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011. p. 20-38. Disponível em: <<http://www.novateceditora.com.br/livros/arduino/capitulo9788575222744.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

MORAIS, J. L. **Sistemas fotovoltaicos, da teoria à prática**. Porto, Portugal: Publindústria, 2009.

OLIVEIRA, L. B.; NASCIMENTO NETO, J. A. Desenvolvimento de Medidor de Trajetória Solar e Aplicado na Cidade de Cajazeiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 65., 2013, Recife. **Anais...** São Paulo: SBPC/UFPE, 2013.

PEREIRA, F. A. S.; OLIVEIRA, M. A. S. **Laboratórios de Energia Solar Fotovoltaica**. Porto, Portugal: Publindústria, 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais pelo incentivo e apoio, ao IFPB pela bolsa no Programa PIBICT e ao meu orientador pela paciência e dedicação.