SISTEMA AUTOMÁTICO DE BAIXO CUSTO PARA RASTREAMENTO SOLAR EM PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

ANNA REBECA SILVA NÓBREGA[1], RAFAEL COSTA SILVA[2], MATHEUS DE ARAÚJO GOMES[3], GYPSON DUTRA JUNQUEIRA AYRES[4] e GABRIEL DE MELO SANTOS[5].

[1]Graduanda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, anna.rebsil@gmail.com;
[2]Dr. em Engenharia Agrícola, Prof. Adjunto, UFCG, Campina Grande-PB, rafael_brazil@hotmail.com;
[3]Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, matheuscubati2015@gmail.com;
[4]Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, gypson.dutra@estudante.ufcg.edu.br;
[5]Graduando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, 7gabrielmelo7@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O desenvolvimento tecnológico promove a busca por fontes alternativas de energia. Nesse contexto, a energia solar, sendo uma fonte de energia limpa, se mostra como uma possível fonte alternativa para o Brasil, que apresenta uma das maiores intensidades de radiação solar por sua extensão territorial. Contudo, é necessário aumentar a eficiência na conversão de energia solar em elétrica, o que é possível por meio da utilização de sistemas de rastreamento solar. Portanto, a pesquisa objetiva desenvolver um sistema de rastreamento solar automático para painéis fotovoltaicos, visando a eficiência e melhoria no rendimento da geração de energia solar. Para o controle do sistema, foram utilizados, basicamente, três dispositivos eletrônicos: microcontrolador Arduino, servomotor e sensores LDR; além de uma placa solar de 6V e uma estrutura feita de madeira. Foi analisada a viabilidade técnica do projeto e a eficiência da utilização do sistema automático, comparando-o com o sistema de captação solar estático, através da quantidade de tensão elétrica gerada em cada um dos métodos. Os resultados evidenciaram que o sistema proposto apresentou vantagem sobre o sistema fixo, atestando a eficiência do sistema de rastreamento solar. Além disso, incentivam o investimento em novos estudos com a finalidade de ampliar a participação da energia solar na matriz energética brasileira.
PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, automação rural, eficiência energética.

LOW COST AUTOMATIC SYSTEM FOR SOLAR TRACKING IN PHOTOVOLTAIC PANELS

ABSTRACT: The technological development promotes the search for alternative energy sources. In this context, solar energy, being a source of clean energy, shows itself as a possible alternative source for Brazil, which has one of the highest intensities of solar radiation due to its territorial extension. However, it is necessary to increase the efficiency in the conversion of solar energy into electrical energy, which is possible through the use of solar tracking systems. Therefore, this research aims to develop an automatic solar tracking system for photovoltaic panels, aiming at efficiency and improvement in the yield of solar energy generation. Basically, three electronic devices were used to control the system: Arduino microcontroller, servomotor and LDR sensors; plus a 6V solar panel and a wood frame. The technical feasibility of the project and the efficiency of using the automatic system were analyzed, comparing it with the static solar collection system, through the amount of electric tension generated in each method. The results showed that the proposed system had an advantage over the fixed system, attesting the efficiency of the solar tracking system. In addition, they encourage investment in new studies with the aim of expanding the participation of solar energy in the Brazilian energy matrix.
KEYWORDS: Solar energy, rural automation, energy efficiency.

INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento e expansão de novas tecnologias, o consumo de energia no mundo tem se elevado gradativamente, e, com a escassez de fontes energéticas convencionais, a ciência está sempre a buscar formas energéticas alternativas, visando suprir toda essa demanda e a sustentabilidade (Ganguly et al., 2010). Nesse contexto, as formas alternativas de produção e aproveitamento de energia considerada "limpa" têm-se mostrado adequadas para agregar ao modelo energético em vigor (De Seixas ela t., 2005).

O Brasil é um dos países que tem se destacado pela busca de novas alternativas (Silveira et al., 2013). Diante disso, a energia solar se evidencia como uma possível fonte alternativa ou, ao menos, uma fonte de complementação da matriz energética brasileira (Nascimento et al., 2014), visto que o Brasil possui uma das maiores intensidades de radiação solar por sua extensão territorial e que a radiação solar se apresenta como uma fonte inesgotável de energia (CRESESB, 2008).

Contudo, uma das principais dificuldades para a utilização da energia solar é o alto custo do material para instalação do sistema (Mendes & Dias, N.D.), sendo necessário o aumento da eficiência na conversão de energia solar em energia elétrica pelos painéis solares. Diante disso e do fato que a incidência de radiação solar sobre o dispositivo é o fator primordial na eficiência das células solares (Mendes & Dias, N.D.), a utilização de estruturas de rastreamento solar se caracteriza como uma solução.

Para embasamento desse sistema, pesquisas relacionadas relatam que a utilização do método de rastreamento solar na produção de energia agrega um ganho superior a 20% de eficiência quando utilizado apenas um eixo de movimentação, ou superior a 40% para estruturas que se movimentam em dois eixos (Nascimento et al., 2014).

Portanto, considerando a relevância da utilização de fontes energéticas alternativas, tais como a energia solar, e a eficiência da conversão dessa energia em energia elétrica, o trabalho objetivou desenvolver um sistema de rastreamento solar automático para painéis fotovoltaicos, visando a eficiência e melhoria no rendimento da geração de energia solar.

MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi desenvolvido no Laboratório de Energização e Automação Rural, da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), do campus I da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado em Campina Grande, para a construção do protótipo de rastreamento solar, e na propriedade Sítio Água Doce, na cidade de Olivedos – PB, para obtenção dos dados experimentais.

Para a construção desse protótipo foram seguidas as etapas de revisão bibliográfica, idealização do modelo do protótipo, montagem do suporte, testes dos componentes eletrônicos, montagem do sistema e testes com painel solar, tanto com o sistema proposto (rastreamento solar), tanto com o sistema estático, a fim de realizar um estudo comparativo entre esses sistemas.

Diante das pesquisas feitas, iniciou-se a idealização de um modelo para a construção do protótipo de rastreamento solar (Figura 1) e a determinação dos componentes eletrônicos a serem utilizados. Esse primeiro modelo passou por modificações mediante a montagem do sistema e testes com a placa solar, alterando as posições dos sensores e a estrutura de sustentação da placa solar, em busca de uma melhor resposta para o rastreamento solar (Figura 2).

Figura 1. Modelo inicial do protótipo de rastreamento solar.

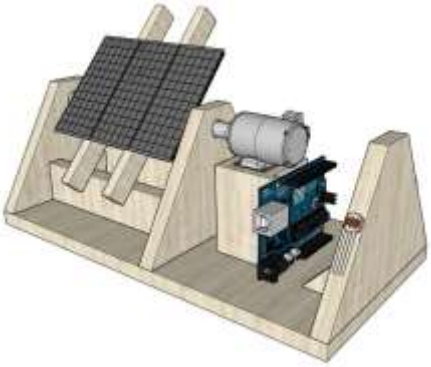
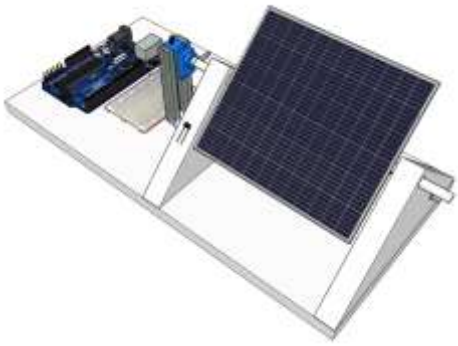


Figura 2. Modelo final do protótipo de rastreamento solar.



Para o controle do sistema, foram utilizados, basicamente, três dispositivos eletrônicos: microcontrolador, servomotor e sensores LDR. O microcontrolador utilizado para realizar a operacionalização do sistema foi a plataforma eletrônica Arduino, especificamente a placa Arduino Mega, devido a facilidade de programação, flexibilidade em termos de aplicação e baixo custo. O Arduino foi conectado aos sensores LDR e ao motor, de forma a receber os sinais vindos dos sensores, decodificando e emitindo uma resposta ao servomotor.

O atuador utilizado na movimentação do sistema solar foi um motor de corrente contínua, o qual teve a função de movimentar a estrutura na direção zenital de acordo com a resposta emitida pelo Arduino. Isso foi possível, visto que nas engrenagens de um motor servo, existe um limitador que atua no ângulo de giro do eixo, fazendo com que este varia de 0º a 180º (Moraes, 2012). Também foram utilizados dois sensores LDR para desempenharem a função de captar a intensidade de luz solar incidente sobre eles, devido a relação, linear e inversamente proporcional, entre a resistência desses sensores e a energia luminosa incidente sobre eles. Esses sensores foram conectados em série, com resistores de 10 kΩ, às entradas analógicas do Arduino, formando divisores de tensão. Isso faz com que a tensão de entrada nas portas analógicas do Arduino não exceda 5 V.

O sistema foi automatizado de forma a posicionar a placa fotovoltaica em três inclinações de acordo com a incidência da luz solar sobre os sensores LDR. A programação condiciona que quando os valores obtidos do LDR-Leste fossem maiores que os do LDR-Oeste, a placa solar estaria disposta para o Leste; já em caso de valores próximos entre os LDR, a placa seria movimentada e posicionada paralelamente a base da estrutura; enquanto que quando os valores obtidos pelo LDR-Oeste fossem maiores que os obtidos pelo LDR-Leste, o sistema seguiria para o Oeste.

Ademais, foi utilizada uma placa solar com especificações de 1,5 W e 6 V, a qual é constituída por material semicondutor (silício) que proporciona a conversão direta da radiação solar em energia elétrica. O material usado para a construção da estrutura desse sistema foi a madeira, devido a esse material aliar resistência e baixa condutividade térmica (Alves, 2018). Essa estrutura foi planejada e criada de forma a evitar possíveis erros de coleta de dados diante de alguma interferência externa.

Além disso, foi analisado a viabilidade técnica do projeto e a eficiência da utilização deste sistema de rastreamento solar, comparando-o com o sistema de captação solar por meio de painéis fotovoltaicos estáticos, através da quantidade de tensão elétrica gerada em cada um dos métodos. Os dados foram obtidos experimentalmente, por meio da própria programação que permite a visualização dos dados em Volts pelo Monitor Serial, com o sistema operando em modo automático, rastreando o Sol, e com o sistema estático, o qual apresentava o painel fotovoltaico posicionado paralelamente à superfície terrestre. Tais dados foram coletados em intervalos de 5 minutos a partir das 06:00 horas da manhã até às 18:00 horas (horário local), totalizando 144 amostras.

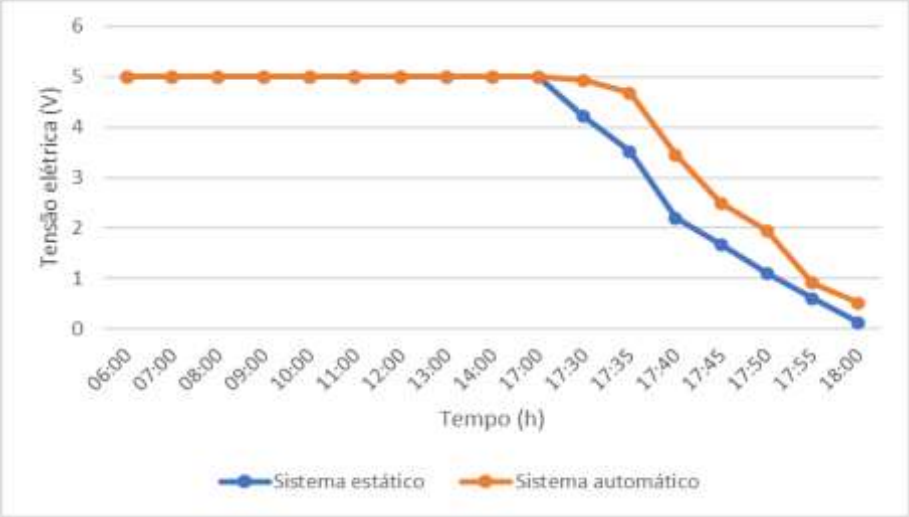
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes a tensão elétrica gerada pela placa solar foram obtidos em dois dias ao longo do mês de junho de 2021, primeiramente no dia 10 com o sistema estático e no dia 11 com o sistema automático de rastreamento solar. Esses dados estão expressos na Tabela 1 e, para uma melhor comparação entre os dois modos, tais dados foram dispostos em um gráfico (Figura 3).

Tabela 1. Dados de obtidos referentes a tensão elétrica (V).

TENSÃO ELÉTRICA (V)		
TEMPO (h)	SISTEMA ESTÁTICO	SISTEMA AUTOMÁTICO
06:00	5	5
07:00	5	5
08:00	5	5
09:00	5	5
10:00	5	5
11:00	5	5
12:00	5	5
13:00	5	5
14:00	5	5
17:00	5	5
17:30	4,22	4,93
17:35	3,52	4,68
17:40	2,2	3,45
17:45	1,67	2,49
17:50	1,1	1,95
17:55	0,6	0,91
18:00	0,12	0,51

Figura 3. Gráfico dos dados obtidos referentes a tensão elétrica (V) gerada no período compreendido entre 06h00 até às 18h00 para ambos os sistemas: estático e automático.



Diante dos dados expostos, é possível analisar que no período compreendido entre às 06h00 e às 17h25 não houve diferença entre os sistemas de rastreamento solar e o estático, enquanto que a partir de 17h30, houve uma diferença considerável entre os dois sistemas. Os dados referentes ao período inicial podem ser explicados pela capacidade da placa solar utilizada, pois a mesma apresenta baixa voltagem e, consequentemente, diante da incidência luminosa sobre a placa fotovoltaica, foi possível alcançar o máximo valor de tensão oferecido, mesmo não disposta perpendicularmente aos raios solares; além do fato da conexão dos sensores com o Arduino não permitir valores que excedam 5 V.

Além disso, de acordo com Mendes & Dias (N.D.), há uma menor sensibilidade da tensão elétrica à incidência solar, quando comparado aos dados de corrente de curto circuito, mesmo assim, com base na tensão, foi possível concluir que o sistema *solar tracker* foi mais eficiente do que o sistema fixo, principalmente no período em que há luminosidade considerável e com elevado ângulo de incidência dos raios solares, onda a diferença entre os valores de tensão foram maiores

No período referente aos horários mais próximos da noite, a partir de 17h30 até 18h00, além de observar uma diminuição nos dados de tensão em ambos os sistemas, foi observado que o sistema automático obteve maior vantagem sobre o fixo, demonstrando, dessa forma, maior eficiência do sistema de rastreamento solar. Esse fato pode ser compreendido visto que o sistema fixo estava posicionado oposto a incidência dos raios solares no período em questão, enquanto que no sistema de rastreamento solar, a placa fotovoltaica estava voltada para o oeste, contribuindo para maiores valores na tensão gerada pela placa solar quando comparado ao sistema fixo.

Ademais, no período final do dia foi analisado uma vantagem do sistema de rastreamento solar em comparação ao sistema estático, com uma diferença percentual mínima de 14,40% referente às 17h30, e uma diferença percentual máxima de 76,47% no horário de 18h00, em qual momento, em ambos os sistemas, foi verificado baixa tensão devido a pouca luminosidade.

CONCLUSÃO

Pôde-se concluir, através desta pesquisa, que utilizando o sistema de rastreamento solar automático, obteve-se uma eficiência de até 76,47% na geração de energia elétrica quando comparado ao modelo estático, principalmente nos horários próximos ao entardecer (a partir das 17h), concordando com outras literaturas sobre as vantagens do sistema automático em relação ao estático.

Além disso, esse trabalho sugere a perspectiva de novas análises referentes a mais parâmetros, como corrente elétrica e potência, além da utilização de painéis fotovoltaicos de maior potência, com a finalidade de novos investimentos para a ampliação da fonte alternativa de energia solar na matriz energética brasileira.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/UFCG pela concessão de bolsa de pesquisa a primeira autora.

REFERÊNCIAS

ALVES, Gabriel de Oliveira et al. Rastreador solar controlado por arduino. Trabalho de Conclusão de Curso. UFGD – MS, 2018.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Energia solar princípios e aplicações. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica, 2008.

DE SEIXAS, F. Paschoareli Jr, D.; Faria Jr, M. J. A. Impacto da Utilização de Inversores em Sistemas de Geração Distribuída sobre Equipamentos Rurais. In: Coletânea de Artigos: Energias Solar e Eólica vol. 2. Rio de Janeiro, 2005 p. 165-179.

GANGULY, A.; MISRA, D.; GHOSH, S. Modeling and analysis of solar photovoltaicelectrolyzer-fuel cell hybrid power system integrated with a floriculture greenhouse. Energy and Buildings, v. 42, p. 2036–2043, 2010.

MENDES, Lucas Barcelos; DE SOUZA DIAS, Gilmar. AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO PARA GANHO MÁXIMO ENERGÉTICO EM CÉLULAS FOTOVOLTAICAS.

MORAES, Euler Paiva de. Seguidor Solar de um Único Eixo Inclinado. Trabalho de Conclusão de Curso. UNICEUB – Brasília – DF, 2012.

NASCIMENTO, C. P., Kochanovecz, M., Pereira, O. S., Klettenberg, V. R. Energia Solar Fotovoltaica: Sistemas Conectados à Rede. Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR. 2014.

SILVEIRA, J.L.; TUNA, C.E.; LAMAS, W.Q. The need of subsidy for the implementation of photovoltaic solar energy as supporting of decentralized electrical power generation in Brazil. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 20, P. 133-141, 2013.

ZANESCO, I. MOEHLECKE, A.; SEVERO, T.C.; SANTOS JÚNIOR, S. L. R.; ZENZEN, E. A.; EBERHARDT, D. Implementação e Análise de Sistemas Fotovoltaicos Autônomos. In: Coletânea de Artigos: Energias Solar e Eólica vol. 2. Rio de Janeiro, 2005 p. 37-47.