

ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS SEGUIDORES SOLAR

Renner Ribeiro Brandão – renner_ribeiro@hotmail.com

Brenno Silva Pinheiro – brennopinheiro@hotmail.com

Pedro Azevedo Pinto – pedroazpinto@gmail.com

Graduandos em Engenharia Elétrica

Rafael Vinícius Tayette da Nobrega – rafael.nobrega@ifmg.edu.br

Instituto Federal de Minas Gerais, Doutorando em Engenharia Elétrica

Resumo. Ao longo dos anos, com o atual nível de evolução tecnológica, o consumo de energia elétrica vem se tornando cada vez maior, aumentando-se a demanda por novas fontes de geração de energia. E para deixar de utilizar em massa as fontes não renováveis, muitas vezes prejudiciais ao meio ambiente, é necessário se investir em fontes alternativas e renováveis que não agredem tanto os recursos naturais. Em vista disso, o cenário se torna favorável na busca por dispositivos capazes de converter formas de energia que sejam renováveis em energia elétrica. A energia solar, neste contexto, se torna a mais atrativa para o Brasil, tendo em vista sua posição privilegiada no que diz respeito à exposição da radiação solar ao longo de todo o ano. Buscando meios de tornar a energia solar mais atrativa para receber os devidos investimentos, neste trabalho foi desenvolvido um estudo para entender os fundamentos que influenciam no processo de geração das placas solares fotovoltaicas, e desenvolveu-se um protótipo de dispositivo eletromecânico capaz de melhorar a captação de radiação solar da placa chamado de seguidor solar, e em seguida realizou-se um estudo do dispositivo desenvolvido a fim de verificar a eficiência do mesmo e compará-lo a uma placa parada. Por fim, optou-se pela construção de um dispositivo similar de maior proporção, prevendo alterações na estrutura mecânica afim de verificar a viabilidade de aplicação do mesmo para sistemas maiores.

Palavras-chave: Energia Solar, Geração de energia elétrica, Controle e automação.

1. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica é uma das fontes de energia que mais cresce em todo o mundo, ela é uma forma promissora de geração de energia elétrica, pois esta forma de geração trata-se da captação da radiação solar para a geração direta de corrente elétrica por meio de um painel fotovoltaico. Este painel utiliza células fotovoltaicas para captação da radiação solar incidente em uma determinada área (Villalva e Gazolli, 2012).

Muitos países estão investindo na implantação da energia solar fotovoltaica em suas matrizes energéticas, uma vez que esta é uma forma de geração “completamente limpa”, por não liberar nenhum tipo de resíduo no meio ambiente, além de depender apenas da radiação solar que é abundante em nosso planeta (Cogen, 2012).

A geração de energia elétrica via radiação solar pode ser obtida de duas maneiras distintas, a primeira é a geração distribuída (sistema *off-grid*) onde a energia elétrica gerada é fornecida diretamente ao consumo ou é armazenada em baterias para posterior consumo e a segunda é a geração para conexão direta (dadas as devidas conversões) com a rede de corrente alternada que são os sistemas *on-grid*, que contribuem com o sistema nacional (Villalva e Gazolli, 2012).

No Brasil, a primeira maneira é a mais utilizada, uma vez que é a opção mais viável para atender conjuntos populacionais isolados dos grandes centros urbanos, sendo a maneira padrão definida pelo próprio governo para atender tais conjuntos. Porém, este tipo de geração de energia elétrica ainda representa uma pequena participação em relação às demais formas de geração de energia presentes na matriz energética brasileira, conforme ilustrado na Fig. 1.

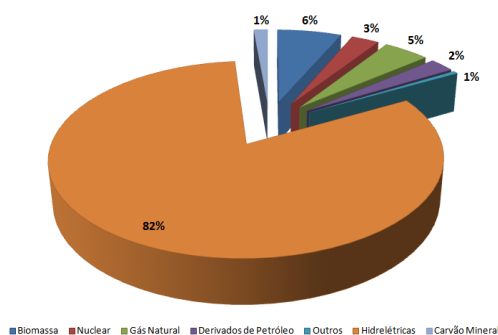


Figura 1 - Representação da matriz elétrica brasileira em 2012, [3].

O grande problema na geração de energia elétrica via radiação solar é a sua baixa eficiência, que atualmente, apresentam um valor em torno de 15% (Villalva e Gazolli, 2012). Um meio de melhorar a eficiência seria a construção de placas fotovoltaicas mais eficientes do que as placas disponíveis no mercado, outro meio seria a melhora da eficiência na captação da energia solar através de sistemas de rastreamento dinâmico do Sol, fazendo com que os raios solares incidam sempre perpendicularmente ao painel fotovoltaico, diminuindo assim os diversos tipos de perdas de radiação solar (Villalva e Gazolli, 2012).

Dessa forma, apresenta-se na próxima seção uma contextualização da energia fotovoltaica no Brasil atualmente.

1.1 Contextualização da Energia Fotovoltaica no Brasil

Durante muitos anos os recursos fósseis e hídricos comandaram o desenvolvimento da civilização juntamente com a economia mundial, assim como, a economia brasileira. O Brasil se apoiou nessas fontes energéticas para realizar o seu desenvolvimento industrial e social. Entretanto, tem-se atualmente uma crise no abastecimento energético, fruto de diversos problemas no âmbito geopolítico e ambiental, devido à comercialização de recursos não renováveis (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2012). Outro grande problema é a extensão do território brasileiro, cujo sistema de transmissão e distribuição de energia elétrica torna-se complexo. Uma vez que as grandes usinas hidrelétricas geradoras de energia elétrica encontram-se afastadas dos grandes centros urbanos, acarretando assim em grandes investimentos em transmissão e distribuição de energia elétrica para atender famílias e/ou comunidades afastadas dos grandes centros. Além do mais, o sistema convencional de distribuição não atende algumas localidades, com eficiência, confiabilidade e custo acessível (Cogen, 2012).

A construção destas usinas hidrelétricas proporciona outro problema de cunho socioambiental, tais como, o alagamento de grandes áreas férteis, o deslocamento de pessoas e principalmente perdas consideráveis no bioma de algumas regiões brasileiras (Jardim, Salamoni, Rütther, Knob e Diniz, 2004).

No Brasil, a base da matriz energética de energia elétrica de acordo com o Balanço Energético Nacional de 2012 – ano base 2011 (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2012) é a energia hidrelétrica, que representa aproximadamente 82% (incluindo as importações) do total de energia elétrica produzida no país, como pode ser visualizada na Fig. 1. Esta é uma fonte de caráter renovável, já que para a geração de energia elétrica não é necessário qualquer tipo de queima de combustível (Krybus e Pascalicchio, 2011). Com isso, tem-se a participação de energias renováveis na matriz energética brasileira no patamar de 44,1%, valor muito acima da média mundial que é 13,3%, de acordo com a Agência Internacional de Energia (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2012).

Entretanto, após a crise energética de 2001, causada pelos baixos níveis de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas, culminou em uma transformação no setor elétrico brasileiro, aumentando significativamente a preocupação com a dependência do país em relação a esse tipo específico da matriz energética.

Diante desse importante fato, a obtenção da energia oriunda de outras fontes, incluindo a energia solar, torna-se fundamentais para evitar futuros colapsos energéticos (Hinrichs, Kleinbach e Reis, 2010). Lembrando que, a energia solar é a fonte de energia mais abundante em nosso planeta, pois, o fluxo de energia solar incidente na superfície orientada normal aos raios solares apresenta um valor médio de 1400 W/m² (Castro, Martini, Brandão, Dantas e Timponi, 2009). E assim, o Brasil apresenta um enorme potencial energético, uma vez que recebe elevados índices de radiação solar durante todos os meses do ano, inclusive nos inverno (Hodge, 2011), como pode ser visualizado na Fig. 2.

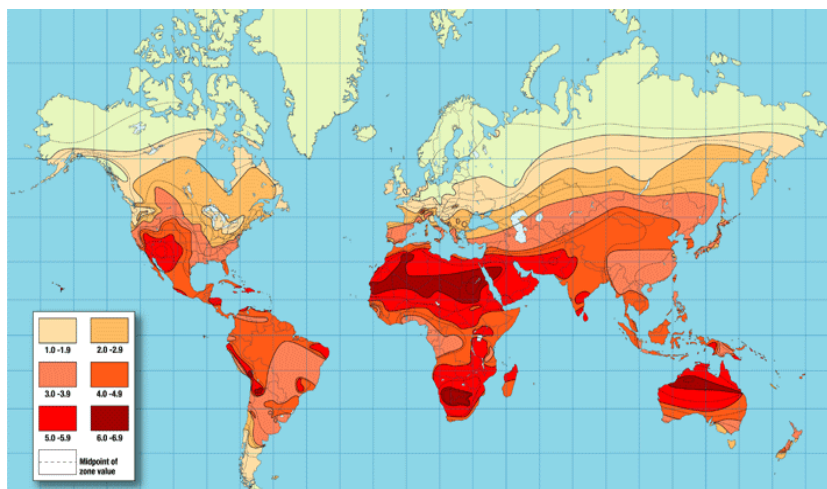


Figura 2 - Insolação diária mundial, (Altogreen, 2013).

Em vista deste potencial energético brasileiro a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou em 17 de abril de 2012 a Resolução Normativa nº 482 estabelecendo as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

Dessa forma, a ANEEL reduz as barreiras regulatórias existentes para conexão de geração de pequeno porte disponível na rede de distribuição, a partir de fontes de energia alternativas. Assim, temos a regulamentação da atividade de mini e microgeração de energia elétrica da unidade consumidora no Brasil, onde a quantidade de energia elétrica gerada por fontes alternativas de energia, inclusive a energia solar, poderá ser descontada do consumo de energia elétrica ativa da unidade, na forma de créditos gerada por meio do sistema de compensação de energia elétrica que expirarão em 36 meses após a data de faturamento (Aneel, 2012).

Com este cenário, o usuário brasileiro encontra um ambiente favorável na busca de energias de fontes alternativa, ou seja, na busca de dispositivos que sejam capazes de converter uma fonte de energia, em energia elétrica. Um dos dispositivos que apresenta um grande potencial é o conversor de energia solar em energia elétrica. Tais dispositivos são formados, basicamente, por: módulos fotovoltaicos, inversores, estruturas e cabeamentos. Dessa forma, pode-se elencar o custo aproximado de instalação deste sistema fotovoltaico, que de acordo com o trabalho de E. Perlotti, (Perlotti, 2012), o custo de instalação quando há intermediários apresenta um valor de, 11 R\$/Watt (incluindo os valores de importação para o estado de Minas Gerais), (Perlotti, 2012).

Assim, em função dos valores elevados na instalação de sistemas fotovoltaicos interligados à rede, apresentou-se neste trabalho uma forma de desenvolver uma parte do sistema: o seguidor solar automatizado de baixo custo que é um dispositivo capaz de rastrear o Sol ao longo de sua trajetória que muda ao longo dos dias do ano, de acordo com a Fig. 3.

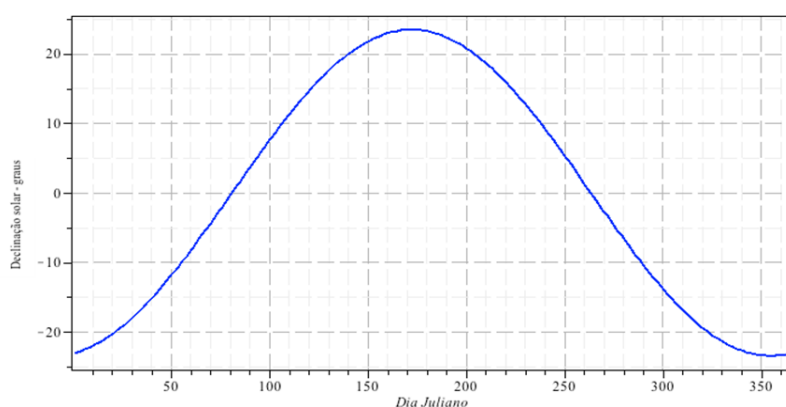


Figura 3 - Declinação solar (em graus) em função dos dias do ano (data Juliana).

Com isso, neste próximo capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento do seguidor solar automatizado de baixo custo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta parte do trabalho, apresentam-se os conceitos teóricos necessários para o desenvolvimento do seguidor solar automatizado de baixo custo, relacionados à trajetória solar durante os dias do ano, às formas de implementação do seguidor e aos aspectos construtivos do mesmo.

2.1 Descrição e Cálculo da Trajetória Solar

Nos estudos de energia solar é importante compreender a posição do sol em relação a Terra. Talvez a ferramenta mais eficaz para explicar e compreender a posição do Sol seja a trajetória solar – a trajetória solar em relação a um local na superfície da Terra (Hodge, 2011). Nesta seção, iremos apresentar como calcular as trajetórias solares e compreender como são as linhas da trajetória solar. Considere a relação geométrica Terra-Sol, de acordo com a Fig. 4.

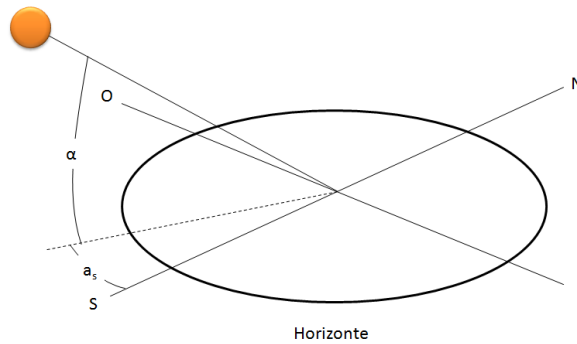


Figura 4 - Ilustração dos ângulos da altitude solar e azimutal, Figura adaptada de (Hodge, 2011).

A Terra gira em um ângulo de $23,45^\circ$ (Hodge, 2011) em relação ao plano orbital elíptico. Esse ângulo de rotação é responsável pelas estações ao longo do ano: primavera, verão, outono e inverno. Embora a Terra se mova em torno do Sol, a maneira mais simples de compreender o movimento da Terra é adotar uma visão de Ptolomeu – considerar a Terra estacionária e o Sol em movimento. Na visão de Ptolomeu, a relação do Sol com um ponto na superfície da Terra é descrita pelo ângulo da altitude solar, α , e pelo ângulo azimutal solar, a_s , de acordo com o esquema apresentado na Figura 4. O ângulo da altitude é aquele entre uma linha colinear com o Sol e o plano horizontal. O ângulo azimutal é aquele entre a linha na direção sul e a projeção da linha do local até o Sol no plano horizontal (Hodge, 2011).

A trajetória solar para 01 de junho no IFMG Campus: Formiga, $-20,453$ de latitude sul, esta ilustrada na Fig. 5. Além da relação entre os ângulos azimutal e de altitude, a hora solar é exibida na figura. Na cidade de Formiga/MG, 01 de junho é possível verificar que temos quase 12 horas de luz solar neste dia, e que no meio-dia solar o Sol está com um ângulo de altitude solar de aproximadamente 48° . O movimento do Sol também é simétrico ao meio-dia solar, com a diferença entre a manhã e a tarde sendo apenas o sinal do ângulo azimutal.

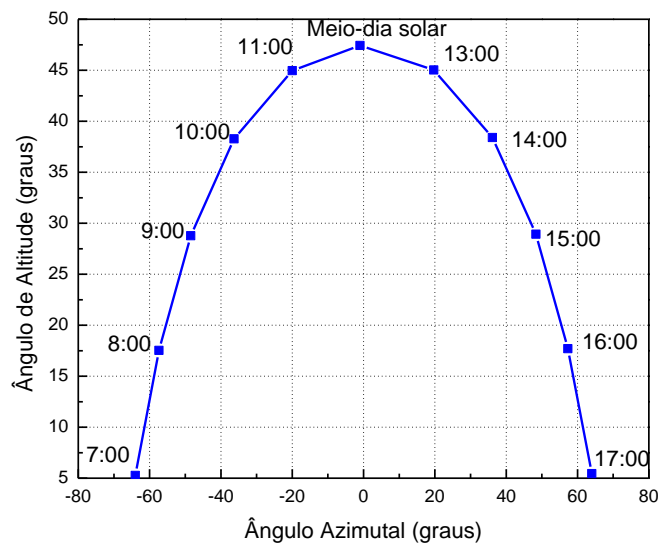


Figura 5 - Linha da trajetória solar em 01 de junho no IFMG Campus: Formiga.

De acordo com Hodge, (Hodge, 2011), os ângulos de altitude e azimutal não são fundamentais, mas são funções da localização (latitude), do tempo (ângulo horário solar) e da declinação solar. A declinação solar, δ_s , varia entre $-23,45^\circ$ e $+23,45^\circ$ e tem o mesmo valor numérico da latitude na qual o Sol está diretamente sobre a cabeça ao meio-dia solar em um determinado dia. A declinação solar pode ser aproximada como,

$$\delta_s = 23,45^\circ \sin \left[\frac{360(284+n)}{365} \right] \quad (1)$$

onde n é o número do dia Juliano. O dia Juliano é o número do dia conforme medido sequencialmente de 1 de janeiro a 31 de dezembro (Hodge, 2011). A declinação solar em função do dia Juliano é ilustrada na Fig. 3. O ângulo solar horário solar, h_s , baseia-se nas 24 horas necessárias para o Sol se mover 360° em torno da Terra. O ângulo de altitude solar, α , está relacionado com os ângulos de declinação (δ_s), de latitude (L), e de horário solar (h_s), como,

$$\sin \alpha = \sin L \sin \delta_s + \cos L \cos \delta_s \cos h_s \quad (2)$$

O ângulo azimutal solar, a_s , é dado por,

$$\sin a_s = \frac{\cos \delta_s \sin h_s}{\cos \alpha} \quad (3)$$

Em teoria, para um determinado dia é possível simular a linha de trajetória solar usando somente as Eqs.(2) e (3).

Após a apresentação dos conceitos, na próxima seção apresentamos a implementação do seguidor solar automatizado.

2.2 Desenvolvimento do protótipo de seguidor solar automatizado

Os sistemas conhecidos como seguidores solares (*solar trackers*) desempenham a tarefa de colocar os painéis solares com a sua superfície sempre em posição perpendicular aos raios de Sol incidentes. Desta maneira, as mudanças na posição do Sol em relação à Terra durante o dia e com respeito às estações do ano, são compensadas com o reposicionamento do módulo, permitindo que, dentro de um intervalo de tempo, mais energia (radiação) seja coletada e transformada em energia elétrica [12], [13].

Pesquisas na área garantem que com o seguidor solar, a eficiência dos painéis pode atingir valores acima de 50%, no verão, enquanto em outras épocas do ano como o outono, valores maiores que 20% são atingidos, dependendo da tecnologia utilizada [13].

Há muitas formas de rastreamento solar e elas variam, principalmente na forma de implementação. As duas formas gerais existentes são: algoritmos fixos de controle e rastreamento dinâmico. A diferença entre os dois métodos é a maneira com que o caminho do Sol é determinado. Nos algoritmos fixos de controle o caminho do Sol é determinado através de equações relativas às posições do Sol ao longo do dia e da estação do ano em função do tempo, ou seja, o dispositivo seguidor trabalha em função do horário, dia, mês e ano para determinar essa posição, além de levar em conta as coordenadas da localização a qual se encontra.

Os sistemas dinâmicos de posicionamento, por outro lado, procuram a posição do Sol em qualquer momento do dia. O sistema de controle consiste em controlar a direção dos motores de passo, ou servos-motores que são acionados por uma unidade de controle de forma digital.

Desenvolveu-se então um seguidor solar com dois graus de liberdade (corrige ângulos na vertical e na horizontal), que cobre toda a trajetória solar durante o dia. Utilizou-se como sistema de controle a plataforma Arduino e como sensores de posicionamento o LDR (*Light Dependent Resistor*). A Fig. 6 apresenta o seguidor solar automatizado desenvolvido.

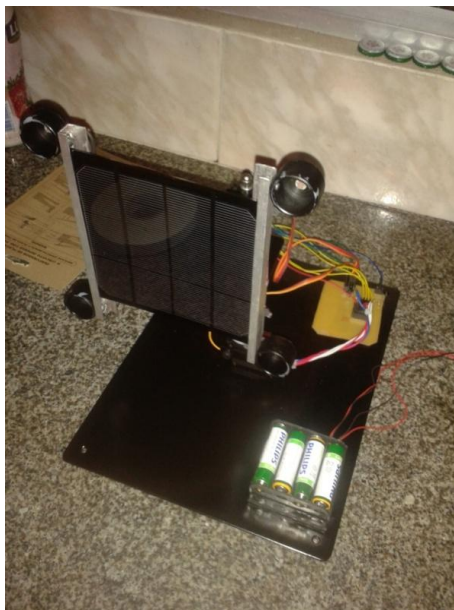


Figura 6 - Seguidor solar desenvolvido no projeto.

O mesmo protótipo foi utilizado para os testes da implementação do seguidor por equações solares, prevendo apenas a alteração dos algoritmos do mesmo e da fixação dos devidos referenciais. Porém o sistema apresentou erros, e ao se verificar as fontes dos erros, modelando as equações em Matlab e realizando a análise dos dados gerados em vetores. Observou-se que os dados apresentavam-se coerentes, mas que com o passar do tempo se tornavam descontínuos, fazendo com que ocorressem alterações abruptas nos ângulos, o que fazia com que o protótipo se

orientasse para a direção errada. Para alguns dias o protótipo seguia o comportamento correto (em partes), para outros dias ele não funcionava corretamente em horário nenhum.

A trajetória apresentada na Fig. 5 simula a insolação de cada cidade, e a partir disso, realizou-se um estudo sobre o funcionamento do protótipo. No estudo foram comparadas as tensões e correntes geradas por duas placas, uma estática (PE) e outra fixa no seguidor (PS), durante todo um dia, a fim de se observar qual placa faria maior aproveitamento de sua potência de geração. As medições foram realizadas de 15 em 15 minutos das 07h30min até as 17h30min, resultando em 10 horas de dados coletados no dia 17/05/2014.

Os dados experimentais obtidos nas medições em campo são apresentados nas Figs. 7 e 8, o que nos permite uma análise mais crítica das variáveis que podem afetar a eficiência do seguidor solar automatizado. Na Fig. 7 tem-se a radiação solar (em Hectolux) perpendicular incidente nos painéis dinâmico e estático em função das horas do dia.

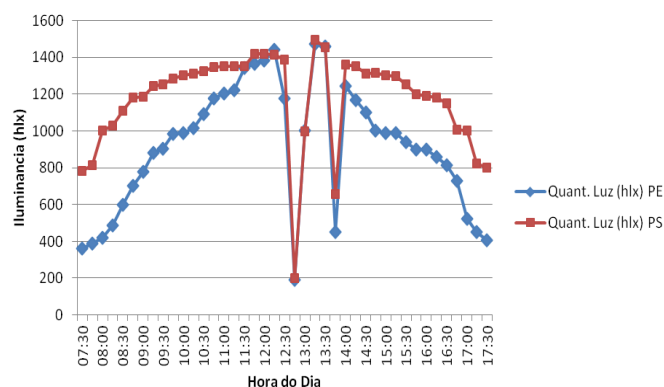


Figura 7 - Radiação solar perpendicular incidente nos painéis em função das horas do dia.

Ainda na Fig. 7 pode-se observar um ganho do seguidor solar dinâmico em relação ao painel estático, mesmo com algumas variações climáticas, ou seja, a presença de nuvens entre o Sol e o seguidor solar (condições climáticas não ideais), uma vez que o seguidor solar dinâmico otimiza a captação da radiação solar em relação ao painel estático.

Outra forma de análise do seguidor solar foi apresentada na Fig. 8 que apresenta a potência elétrica gerada nos painéis móveis e estático em função das horas do dia. A comparação entre os valores obtidos em campo pode ser visualizada na Fig. 8.

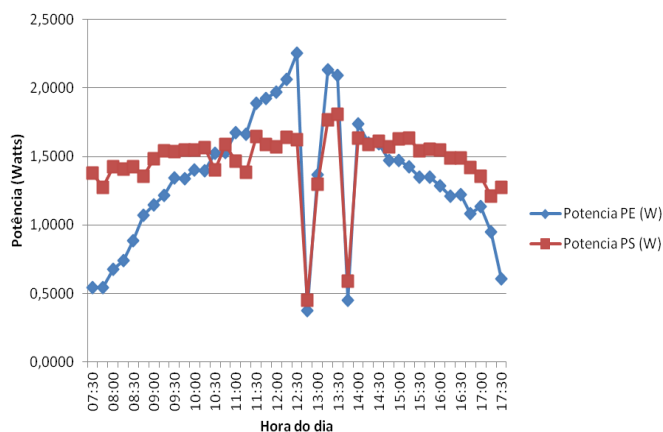


Figura 8 - Potência elétrica gerada nos painéis em função das horas do dia.

A partir da Fig. 8 pode-se obter várias informações relevantes em relação aos painéis, o que nos permite calcular a eficiência do seguidor solar em relação aos painéis fixos. As informações obtidas é o percentual de aproveitamento da potência máxima de geração para cada painel, e o ganho percentual do seguidor solar com relação ao painel estático e são apresentadas a seguir:

- Potência média (PE): 1,335 W, 53% aproveitamento (todo o período).
- Potência média (PS): 1,460 W, 58% aproveitamento (todo o período).
- Potência média (PE): 1,026 W, 41% aproveitamento (de 07:30 as 10:15 horas).
- Potência média (PS): 1,457 W, 58% aproveitamento (de 07:30 as 10:15 horas).
- Potência média (PE): 1,640 W, 65% aproveitamento (de 10:30 as 14:15 horas).
- Potência média (PS): 1,440 W, 58% aproveitamento (de 10:30 as 14:15 horas).
- Potência média (PE): 1,010 W, 50% aproveitamento (de 14:15 as 17:30 horas).
- Potência média (PS): 1,208 W, 59% aproveitamento (de 14:15 as 17:30 horas).

A partir destes dados foi possível calcular o quanto o seguidor solar automatizado de baixo custo foi mais eficiente do que o painel estático temos:

- Ganho médio: 5% (todo o período).
- Ganho médio: 17% (de 07:30 as 10:15 horas).
- Ganho médio: 11% (de 14:15 as 17:30 horas).

De posse destes dados pode-se verificar que o seguidor solar automatizado apresenta uma melhor eficiência em relação ao painel estático.

Após a realização deste estudo, fez-se necessário realizar outro estudo para verificar se o ganho percentual na potência gerada ocasionado pela utilização do seguidor seria suficiente para suprir os gastos de energia para a movimentação do painel e ainda haver sobras suficientes para viabilizar a instalação do sistema seguidor. Porém ao se iniciar este estudo, percebeu-se que talvez o protótipo não pudesse ser utilizado para representar dados de um sistema maior, por trabalhar com motores de correntes muito baixas e por movimentar um painel de potência também baixa.

A partir disso, iniciou-se a confecção de um seguidor solar de maior escala, para movimentar um painel de proporções maiores (cerca de 30 Watts de potência), que realmente possa trazer dados de uma instalação fotovoltaica real. Neste novo dispositivo (que atualmente se encontra em construção), a estrutura mecânica teve de ser alterada para que se pudesse dimensionar motores menores, e, além disso, o sistema contará com toda a estrutura (algoritmos e circuito) para que os dados sejam colhidos e salvos automaticamente por meio de sensores. A Fig. 9 mostra o novo dispositivo em desenvolvimento.



Figura 9 – Dispositivo seguidor em desenvolvimento com painel de 30 Watts (maior escala).

Acredita-se que a partir do novo protótipo será possível a obtenção dos dados que possam representar sistemas fotovoltaicos reais, e, além disso, elimina problemas de adaptações na estrutura de fixação do painel, uma vez que trabalha com painéis comerciais.

3. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste trabalho, pode-se apresentar um breve estudo sobre o cenário da energia fotovoltaica no Brasil, bem como, apresentar o desenvolvimento de um dispositivo eletromecânico chamado de seguidor solar automatizado e da nova versão em maior escala em desenvolvimento do mesmo. Tais protótipos foram desenvolvidos utilizando um circuito eletrônico de comando, com uma central controladora, uma estrutura mecânica que atendesse as condições de projeto. A parte de controle foi realizada pela plataforma com microcontrolador Arduino.

Com os resultados apresentados neste trabalho foi possível verificar a eficiência do seguidor solar em relação ao painel estático, no qual o ganho médio ao longo do dia foi de 5%, ressaltando que no início e no final do dia, tem-se a maior margem de ganho, em torno de 17% e 11% respectivamente. Com o protótipo maior, pretende-se obter dados mais próximos de um sistema real para que se possa prosseguir com o projeto.

Posteriormente, na sequência deste trabalho, pretende-se implementar um sistema *on-grid*, conectando este seguidor solar automatizado a rede elétrica de corrente alternada para fins educacionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG Campus: Formiga pelo apoio financeiro por meio do projeto de pesquisa aprovado no Edital: 006/2013.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução Normativa Nº 482, 17 de Abril de 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 19 de abril de 2013.
- ALTOGAGREEN. Disponível em: <<http://www.altogagreen.com/pt/tecnologia-verde/paineis-solares.html>>. Acesso em: 19 de abril de 2013.
- BERTOLI, G. Sistemas fotovoltaicos de geração de energia: comparação de desempenho entre um sistema com rastreamento solar e um sistema estático. Trabalho de Conclusão Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista, Bauru (SP), 2012.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2012 – Ano base: 2011: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2012.
- CASTRO, Nivalde; MARTINI, Sidnei; BRANDÃO, Roberto; DANTAS, Guilherme, TIMPONI, Raul. A importância das fontes alternativas e renováveis na evolução da matriz elétrica brasileira. In: V Seminário de Geração e Desenvolvimento Sustentável. Fundación Mapfre, 2009.
- COGEN (Associação da Indústria de Cogeração de Energia). Inserção da Energia Solar no Brasil. São Paulo; 2012. 79 p.
- HINRICHS, Roger; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu. Energia e Meio Ambiente. São Paulo (SP): Cengage Learning, 2010.
- HODGE, B. K. Sistemas e aplicações de energia alternativa. Rio de Janeiro (RJ): LTC, 2011.
- JARDIM, Carolina; SALAMONI, Isabel, RÜTHER, Ricardo; KNOB, Paulo; DINIZ, Antônia. O potencial dos sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica em áreas urbanas: dois estudos de caso. Campinas (SP). In Proceedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural, 2004.
- KRYBUS, Marcelo; PASCALICCHIO, Agostinho. Viabilidade econômica de implantação de energia solar em pequenas comunidades isoladas. In: VII Jornada de Iniciação Científica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011, São Paulo (SP).
- M. G. Villalva, J. R. Gazolli, Energia Solar Fotovoltaica, São Paulo: Editora Érica Ltda., 2012.
- MARINESCU, D.; MARINESCU, C. Control Optimizing Algorithm for Soft Sun-Trackers. In: IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, 2006. Volume 1, pp. 54-57. 2006.
- PERLOTTI, E; et al. Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. 2012. 176 f. (Relatório Técnico) - Estudo do Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos da Abinee, LCA Consultores, PSR Soluções e Consultoria em Energia.

SOLAR TRACKER SYSTEMS STUDY AND IMPLEMENTATION

Abstract. *Over the years, with the current level of technological development, energy consumption is becoming increasingly larger, increasing the demand for new sources of power generation. And to stop using mass nonrenewable sources, often harmful to the environment, it is necessary to invest in alternative and renewable sources that do not harm the natural resources. As a result, the scenario becomes favorable in the search for capable devices to convert energy forms that are renewable in electricity. The solar energy, in this context, becomes the most attractive to Brazil related to its privileged position of exposure to solar radiation throughout the year. Looking for ways to make the most attractive solar energy to receive the proper investment, a study was performed to understand the fundamentals that influence the process of generation of photovoltaic solar panels, and an electro-mechanical prototype device was developed, it is able to better capture solar radiation by the solar panel, that is called solar tracker; after, a study of the device was carried out in order to verify the efficiency of it and compare it to a static panel. Finally, it was decided to build a similar device, in a larger proportion, anticipating changes in the mechanical structure in order to verify the feasibility application of even larger systems.*

Key words: *Solar Energy, Power generation, Control and automation.*