

RENDIMENTO DE PAINEL FOTOVOLTAICO EM UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA

Edward Kavanagh – kavanagh@md.cefetpr.br

Estor Gnoatto – estor@md.cefetpr.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação de Eletromecânica

Angelo A. Gnoatto – angeloaurelio270@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação de Eletromecânica

3.5 Sistemas Fotovoltaicos Autônomos e Híbridos

Resumo. O trabalho foi desenvolvido para determinar a influência da irradiância no rendimento de painel fotovoltaico de silício policristalino, fabricante SOLAREX, modelo MSX56, acoplado diretamente a uma motobomba diafragma em condições reais de campo em diferentes alturas manométricas. Foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira, na cidade de Medianeira – PR. Os dados foram obtidos utilizando um "micrologger" modelo CR23X da Campbell Scientific Inc., programado para realizar uma leitura por segundo de cada canal e armazenar a média dos registros a cada minuto. Foi observado que, após atingir os pontos máximos, as curvas dos rendimentos dos painéis decrescem, pois a irradiância aumenta e a potência máxima mantém-se praticamente constante. Para as alturas manométricas de 10, 14, 20, 25 e 32 mca os rendimentos máximos foram respectivamente de 9,93%, 10,38%, 10,26%, 10,46% e 10,32% com desvio padrão de 0,24%.

Palavras-chave: Energia Solar, Painel Fotovoltaico, Motobomba

1. INTRODUÇÃO

A evolução da produtividade agrícola e agroindustrial é acompanhada por um consumo de energia cada vez maior, por isso faz-se necessário buscar fontes alternativas não convencionais. Tanto na agricultura como na agroindústria a necessidade do petróleo como fonte de energia tem sido fundamental para a mecanização agrícola, estocagem e para o movimento geral da economia. O Brasil, país de clima tipicamente tropical, possui 92% de seu território localizado acima do trópico de Capricórnio, o que o torna privilegiado em relação à disponibilidade de energia solar. Assim, pode-se deduzir que o país possui uma grande potencialidade para o aproveitamento desse tipo de energia.

O rendimento de um painel fotovoltaico é baixo, por isso é necessário um estudo dirigido para avaliar sua utilização no acionamento de motobombas para abastecimento de água em culturas irrigadas de pequeno porte. Segundo ABADE (1996), devido às características difusas da energia solar, seu aproveitamento deve ser feito no local, ou seja, o painel solar deve estar situado o mais próximo possível do consumidor, seja para a geração da energia elétrica necessária a uma residência, seja para a secagem de produtos em pequenas comunidades agrícolas. Considerando que o rendimento de sistemas fotovoltaicos é reduzido, existe considerável necessidade de estudos sobre a viabilidade de tais sistemas serem aplicados em áreas não alcançadas pela rede de abastecimento. Obviamente, a viabilidade depende de fatores como custos de implantação e de manutenção em relação aos benefícios que podem trazer. Desta forma, é importante que sejam desenvolvidas pesquisas para a otimização destes sistemas fotovoltaicos com o objetivo principal de se obter o máximo aproveitamento desta energia não poluente e sempre disponível.

Desta forma, o trabalho desenvolvido tem como objetivo determinar as curvas de comportamento do rendimento de um painel fotovoltaico em função da irradiância, bem como determinar a radiação solar de início de operação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira, na cidade de Medianeira – PR, latitude 25°18'10" Sul, longitude 54°06'50" Oeste e altitude 507 metros. Foram utilizados no experimento dois painéis fotovoltaicos modelo MSX56, fabricante SOLAREX, tensão padrão 12 V, corrente padrão 3,35 A, potência 56 W; uma moto-bomba modelo SDS-D-228, fabricante SOLARJACK, série 21259, tensão máxima 30 V; um transdutor de pressão modelo 46570-0010, fabricante DICKEY-John, faixa de atuação 0 a 100 psi, tensão de entrada 0 a 16 VDC, tensão de saída 0,5 a 5,0 VDC; e um manômetro tipo BOURDON, classe 0.1, F.E.60 psig.

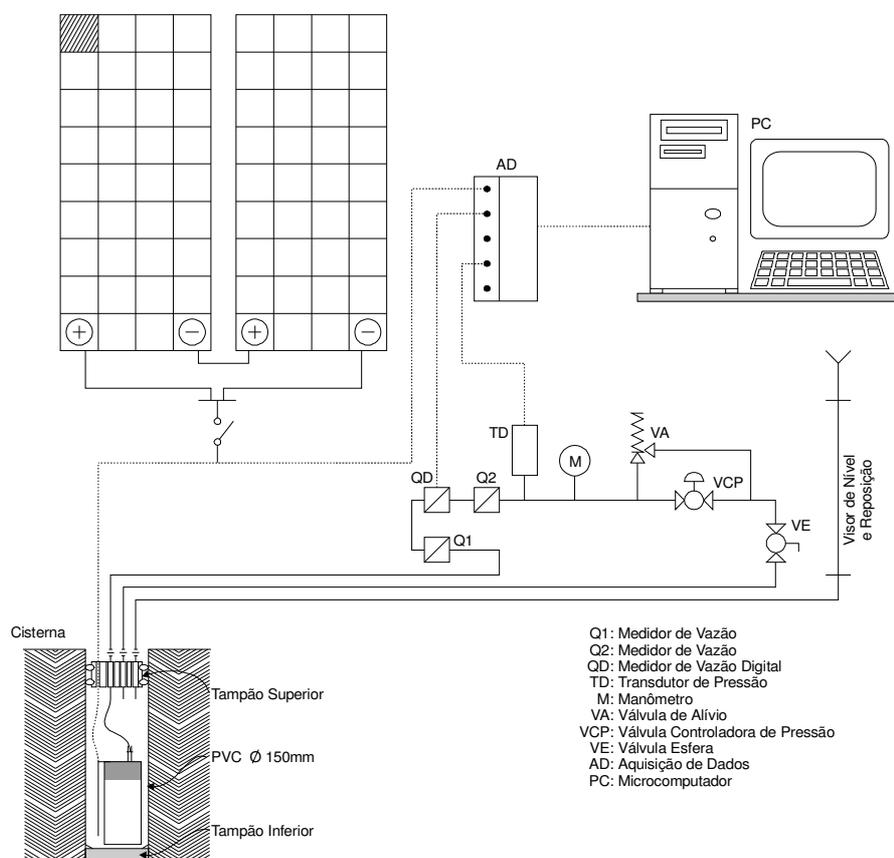


Figura 1 - Fluxograma do Experimento

O experimento foi desenvolvido utilizando a metodologia elaborada por KAWAHARA (2004), conforme o esquema da Figura 1; os painéis fotovoltaicos foram instalados baseando-se em GNOATTO (2003), inclinação igual a latitude, face voltada para o norte geográfico. O sistema de aquisição de dados é constituído por um "micrologger" da Campbell Scientific Inc. modelo CR23X, programado para realizar uma leitura por segundo de cada canal e armazenar a média aritmética, a cada minuto, dos dados das componentes de radiação solar global na incidência do painel; tensão e corrente do sistema fotovoltaico, pressão, vazão e temperatura do painel. Para a instalação da motobomba e reservatório, foi necessário abrir uma cisterna de 20 cm de diâmetro com uma profundidade de 1,8 m. O processo de coleta de dados foi fundamentado na variação da altura manométrica através de uma válvula de alívio ajustável.

Quando toda a energia é transferida de um sistema para outro, deve-se levar em consideração as perdas; quando uma bomba transfere água de um determinado nível para outro, de elevação superior, nota-se que nem toda energia fornecida para a bomba é transferida para a água, ou seja: altura e volume, neste último haverá de menos (menor volume). Bombas d'água que satisfaçam certas exigências e condições são difíceis de se encontrar no mercado nacional, onde funcionem com correntes e tensões variáveis, já que as perdas nos inversores, conversores, baterias, custos de aquisição e manutenção deverão ser considerados. Assim, estimando-se a potência hidráulica de um determinado período de tempo, ou período sazonal, que é exigido na agricultura, ou ainda de uma determinada cultura, otimizando a energia disponível na região, para isto justifica-se o acoplamento direto do painel fotovoltaico à moto-bomba (CEPEL/CRESESB, 1999). Uma bomba tipo diafragma de motor de corrente contínua foi conectada diretamente ao painel fotovoltaico. Esta bomba tem a característica de trabalhar submersa, não é preciso levar em consideração o cálculo do NPSH (Net Positive Suction Head), pois se refere à altura manométrica de sucção sob pressão absoluta local existente no centro da conexão de sucção, menos a pressão de vapor do líquido, este usualmente na prática como menor que 5,0 m (FRAIDENRAICH & VILELA, 2000).

O rendimento do módulo fotovoltaico é definido pela relação entre a potência gerada pelo módulo e a irradiância solar incidente sobre o módulo. Segundo OVERSTRAETEN e MERTENS (1996) e TREBLE (1991), pode ser obtido pela Equação (1).

$$\eta = \frac{(I_{mp} \times V_{mp})}{(I_c \times A)} \times 100 \quad (1)$$

Em que I_c é a irradiância solar ($W.m^{-2}$), A é a área útil do módulo (m^2), I_{mp} é a corrente máxima de pico (A) e V_{mp} é a tensão máxima de pico (V).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram obtidos por meio de uma média de 20 dias de céu limpo para alturas manométricas de 10, 14, 20, 25 e 32 mca. A potência máxima de pico do painel para as irradiações citadas foram respectivamente de 48,26, 56,89, 65,73, 77,02 e 83,88 W. A Figura 2 mostra as curvas do comportamento do rendimento dos painéis em função da irradiância.

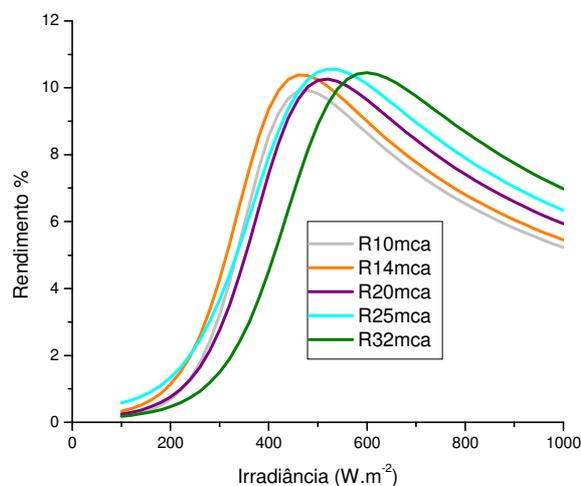


Figura 2 - Comportamento do rendimento dos painéis em relação a irradiância.

Observa-se, que, após atingir os pontos máximos, as curvas dos rendimentos dos painéis decrescem, pois a irradiância aumenta e o produto $I_{mp} \cdot V_{mp}$ mantém-se constante variando o

produto $I_c.A$. Para cada uma das alturas manométricas os valores para o rendimento máximo com as respectivas irradiâncias estão mostrados na Tabela 1.

Altura manométrica (mca)	Rendimento (%)	Irradiância ($W.m^{-2}$)
10	9,93	480
14	10,38	460
20	10,26	520
25	10,56	520
32	10,46	600

Tabela 1 - Rendimento dos painéis em relação a irradiância para cada altura.

O rendimento médio de 10,32% dos valores máximos com desvio padrão de 0,24% está coerente com o obtido por GNOATTO (2003), que trabalhou com o mesmo conjunto de painéis submetidos a uma carga de resistência precisa e variável.

O intervalo 0 a $150 W.m^{-2}$, onde os rendimentos são praticamente nulos, nos dá o início do recalque de água. O valor de $150 W.m^{-2}$ é o mínimo de irradiância para que a motobomba vença sua inércia de operação, conforme KOU, KLEIN e BECKMAN (1998).

4. CONCLUSÃO

Foi observado que o ponto de operação da motobomba ocorre com uma irradiância próxima de $150 W.m^{-2}$. Também foi observado que o bombeamento não necessita de mais do que $600 W.m^{-2}$ de irradiância no plano do painel. Verificou-se que durante a maior parte do dia ocorre uma subutilização dos painéis. Após atingir os pontos máximos, as curvas dos rendimentos dos painéis decrescem, pois a irradiância aumenta e a potência máxima mantém-se praticamente constante.

REFERÊNCIAS

- ABADE, A. K. Energia solar fotovoltaica no Brasil: projetos pilotos ou um grande mercado, 1996., Rio de Janeiro. Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia, COPPE/UFRJ., p.347-358. v 1.
- CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos, Rio de Janeiro: Cresesb, 1999.
- FRAIDENRAICH, N. and VILELA, O. C. Performance of solar systems with non-linear behavior calculated by the utilizability method: application to PV solar pumps. Research Group on Alternative Energy Sources (FAE), Nuclear Energy Department (DEN), Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Solar Energy Vol. 69, No. 2, pp. 131-137, 2000.
- GNOATTO, E. Desempenho de painel fotovoltaico para geração de energia elétrica na região de Cascavel. Tese de Mestrado Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR, 2003.
- KAWAHARA, J. Desempenho de uma Motobomba Acionada por um Painel Fotovoltaico. Tese de Mestrado Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel-PR, 2004.
- KOU, Q., KLEIN, S. and BECKMAN, W. A method for estimating the long-term performance of direct-coupled PV pumping systems, University of Wisconsin Solar Energy

Laboratory, 1500 Engineering Drive, Madison, WI 53706, U.S.A. Received 23 September 1997; revised version accepted 7 May 1998.

OVERSTRAETEN, R. W. and MERTENS, R. P. Physics, technology and use of photovoltaics. Londres: Modern Energy Studies, 1996, 277 p.

TREBLE, F. C. Generating electricity from the sun. New York: Pergamon Press, 1991.

Abstract. *The work was developed to examine the influence of the irradiance in the performance of a MSX56 model SOLAREX silicon polycrystalline photovoltaic panel directly coupled to a diaphragm water-pump in real conditions of field for five different manometric heights. The study was carried out in the Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira, at the Medianeira City in Paraná State. The data were obtained using a model CR23X "micrologger" of Campbell Scientific Inc., programmed to get a register reading second by second of each channel and store the records average minute by minute. We have observed that, after reach the maximum points, the performance plots of the panels decrease, therefore to irradiance increased and the maximum power is held practically constant. To the 10, 14, 20, 25 and 32 mca manometric heights, the maxima performances were 9,93%, 10,38%, 10,26%, 10,46% e 10,32% with standard deviation of 0,24%.*

Keywords: *Solar Energy, Photovoltaic Panel, Water Motor-Pump*