

BOMBEAMENTO DE ÁGUA A PARTIR DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Dinilton Pessoa de Albuquerque Neto¹
Gerônimo Barbosa Alexandre²

INTRODUÇÃO

Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2017 da EPE (Empresa de Pesquisa Energética), a energia solar teve um aumento de produção de 11,3% referente ao aumento de 21 para 24 MW, do ano de 2015 para o ano de 2016. Com base nesse crescimento, que implica no processo de barateamento dos custos de sistemas fotovoltaicos, surgem diversas ideias de aplicações para a energia solar e uma delas é o bombeamento fotovoltaico, abordado neste trabalho. O presente trabalho tem como objetivo estudar e verificar a aplicabilidade de um sistema fotovoltaico off-grid (desconectado da rede de distribuição convencional de energia) para bombeamento de água, destinado a levar de forma independente da rede elétrica a água de um poço artesanal para um reservatório superior. Tem-se também o objetivo de inovar no que se diz respeito ao controle remoto e automatização desse sistema. Para que se possa, de forma remota, mudar o comportamento do bombeamento.

O motivo pelo qual se faz necessária essa pesquisa é a grande potencialidade que a região tem para produção de energia solar. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2ª Edição), o Nordeste é a região com o maior índice médio de irradiação solar entre todas as regiões do Brasil, com 5.483 Wh/m². Tendo, ainda, uma diferença notável de 401 Wh/m² para a segunda posição do ranking, ocupada pela região Centro-Oeste. Considerando esses dados da radiação e também as possíveis aplicações em locais onde não se tem água encanada ou energia, é aceitável e prático fazer uso de um bombeamento fotovoltaico. De acordo com dados fornecidos pelo CRESEB (2017), a média anual de irradiação solar em Garanhuns - PE é de 5.018 Wh/m².

A região Nordeste do Brasil sofre com a falta de água em diversas áreas e tem um alto potencial de produção fotovoltaica. Dessa forma, surge um contraste interessante da necessidade do bombeamento de água em regiões secas que não dispõem de energia elétrica convencional versus a possibilidade da utilização da energia fotovoltaica para tal.

METODOLOGIA

O presente projeto apresenta uma bancada didática para exemplificar uma aplicação de bombeamento fotovoltaico, através de uma estrutura feita de madeira que possui um tanque superior e um inferior. Os tanques são de 1,5 L e a estrutura tem 0,8 m de altura. O bombeamento automático é feito a partir do comando do microcontrolador Arduino UNO R3, utilizando em conjunto um transistor bipolar de junção (TBJ) para o chaveamento automático da bomba solar Shurflo 8000 12 V_{CC} que é ativada/desativada a partir da leitura de sensores

¹ Graduando do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Pernambuco – Campus Garanhuns - IFPE, dpan@discente.ifpe.edu.br;

² Professor Orientador; Mestre em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Pernambuco – Campus Garanhuns - IFPE, geronimo.alexandre@garanhuns.ifpe.edu.br.

de nível que verificam se o tanque superior está vazio e, portanto, se há a necessidade de transferir a água do tanque inferior (que representa um poço artesiano) para o tanque superior (que representa um reservatório elevado, por exemplo, uma caixa d'água).

Os materiais utilizados para montagem do protótipo foram:

02 x tanques de poliestireno (isopor) de 1,5 L;

04 x sensores de nível lógico do tipo boia;

01 x bomba solar Shurflo 1800 12 V_{CC};

01 x válvula solenóide 12 V_{CC};

01 x Arduino UNO R3 + cabo USB;

02 x Transistores (BC548);

02 metros de mangueira de nível;

Estrutura de madeira para sustentação de todos os componentes e tanques.

DESENVOLVIMENTO

Para a confecção do projeto, inicialmente foi pensado a forma com que o mesmo deveria funcionar: quais materiais deveriam ser utilizados, e qual a estrutura deverá sustentar os equipamentos e como eles estarão interligados.

À parte, foi sendo desenvolvido o código responsável pela leitura dos sensores e posterior controle dos atuadores (bomba e válvula solenoide). A lógica utilizada para resolver foi: através da leitura dos sensores de nível do tipo boia, é possível saber qual o estado dos tanques inferior e superior (vazio e vazio, vazio e metade, metade e vazio, cheio e vazio). Com essa leitura, é possível reconhecer qual atuador deve ser acionado, para esvaziar ou encher o tanque superior. Os quatro sensores de nível são necessários para reconhecer perfeitamente se o tanque inferior tem água suficiente para que a bomba não trabalhe em vazio e para que a válvula só seja acionada se o tanque superior estiver completamente cheio e o inferior parcialmente vazio.

Após a produção do código, foram feitos testes individuais com os componentes para sua efetivação e confirmação do funcionamento dos sensores e atuadores.

Quando todos os sensores e atuadores foram devidamente testados, unimos todos e fizemos a associação com a base estrutural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após levantamento das principais dificuldades encontradas na região do semiárido brasileiro, percebeu-se que a escassez crônica de água é um dos problemas mais pertinentes do local e uma das questões mais urgentes que o Estado brasileiro enfrenta. Tal ocorrido, levou ao estudo de caso e de possíveis soluções. Os estudos selecionados estão mencionados nesta seção e foram publicados nos anos de 2003-2019.

Num dos países mais ricos em água doce do planeta, as cidades enfrentam crises de abastecimento, das quais não escapam nem mesmo as localizadas na Região Norte, onde estão perto de 80% das descargas de água dos rios do Brasil (REBOUÇAS, 2003, p.342). Como solução viável à problemática de escassez de água, especificamente no semiárido nordestino que sofreu com a pior seca dos últimos 50 anos durante 2012 à 2013 de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), os sistemas fotovoltaicos de bombeamento (SFB) são amplamente estudados, tendo em vista que as aplicações são vastas, e na região em específico é uma alternativa para o abastecimento de água no meio rural, o modelo já demonstrou obter sucesso se adotado, exemplo são ações assistencialistas realizadas pelo Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM) utilizando

painéis fotovoltaicos no bombeamento de água em alguns municípios do semiárido brasileiro, constatando-se que os SFB não requerem manutenção preventiva intensa e foram de fundamental importância para a pecuária, produção agrícola e consumo próprio dos habitantes durante os períodos de seca (NETO, CARVALHO, 2006). Nos estudos de COSTA (2006) acerca de tecnologia apropriada para a agricultura familiar do semiárido, o autor afirma que para o desenvolvimento sustentável das áreas rurais do semiárido brasileiro ocorrer, é fundamental o uso de tecnologias apropriadas e facilitadoras como os sistemas fotovoltaicos de bombeamento. Costa observou que os pequenos produtores rurais da região não eram capazes de fazer uso intensivo de energia, demorando muito para agregar novos equipamentos na produção, fazendo com o que o imbróglho não fosse exclusivo à falta de água, mas também uma questão de comércio medíocre, já que as concessionárias consideram um mercado inviável, destarte o avanço socioeconômico do local é lesado. Além de ações governamentais, instituições de ensino também têm realizado atividades de extensão visando assistir à comunidade utilizando a energia solar no bombeamento de água. LIRA (2019), Professor da Universidade Federal do Piauí (UFPI), juntamente com o apoio do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Energia Solar (GIPES) da UFPI tem utilizado SFB na agricultura familiar do semiárido piauiense, em lugares que não tem alimentação de energia da forma convencional, beneficiando cerca de 80 famílias diretamente e levando tecnologias sustentáveis de convivência no semiárido.

A opção fotovoltaica para o abastecimento de água da região é objeto de pesquisa e principal solução à adversidade desde meados do final da década de 90, mas ainda assim a prática não foi amplamente difundida como deveria. COSTA (2006) realizou visitas técnicas nas instalações de bombeamento FV no semiárido pernambucano e relatou que os principais erros e que impedem a obtenção de sucesso na implementação do modelo são: falta de testes e certificação dos componentes do sistema de bombeamento, projetos mal dimensionados com escolha inadequada de componentes, falta de manutenção e de pessoas qualificadas no processo de instalação. Ademais, NETO e CARVALHO (2006) concluíram que a cultura assistencialista da população contribui para o descrédito da tecnologia e que apenas a implementação do SFB sem demonstrar opções para o aproveitamento pleno deste recurso faz com que os resultados sejam incipientes e não atinjam o potencial do modelo proposto em sua completude.

Mesmo diante dessas dificuldades, os SFB continuam sendo atraentes para esta região, pois são pequenos e extremamente confiáveis e sua forma de trabalhar adapta-se bem as características dos poços tubulares do local (COSTA, 2006). Segundo FEDRIZZI, *et al* (2016), os problemas encontrados nesse tipo de sistema não são associados à parte fotovoltaica propriamente dita, são problemas de comum ocorrência em projetos de bombeamento em geral e seriam facilmente solucionados se esforços fossem dedicados à capacitação, operação e manutenção dos SFB.

Finalmente, o semiárido é uma região em potencial para geração de energia solar fotovoltaica, com a grande entrada de irradiação solar na região e que por estar em regiões de baixa latitude não possui bruscas mudanças na quantidade de energia ao longo do ano (SILVA; SEVERO, 2012). Tal fato aliado à escassez de água e dificuldade de acesso à energia, faz com o sistema de bombeamento fotovoltaico torne-se uma alternativa segura, de fácil implementação e interessante de ser implementada no local de estudo, barateando custos e fornecendo, por consequência, desenvolvimento para a região que tem potencial, mas não é explorado da maneira que deveria.

As principais dificuldades encontradas foram: leituras de diagramas elétricos, programação em C para o microcontrolador, dinâmica lenta da eletroválvula e conhecimentos em montagens de circuitos eletroeletrônicos.

A bancada didática confeccionada será útil para as práticas de laboratório das disciplinas da ênfase de controle do Bacharelado em Engenharia Elétrica, destacamos alguns experimentos que serão realizados na bancada: Modelagem matemática do processo, caracterização de sensores e atuadores, linearização da planta em um ponto de operação, identificação de sistemas multivariáveis, projeto e sintonia de controladores PID, projeto de controladores avançados, projeto e sintonia de controladores multivariáveis e supervisão local / remota de dados. Para complementar a bancada será desenvolvida uma rede de comunicação remota para comunicar com o sistema supervisório SCADA e com outros processos.

Além do protótipo desenvolvido foi confeccionado um guia (manual) descrevendo o passo-passo da programação e ligação dos sensores ao microcontrolador para uso por outros alunos e /ou Instituições de Ensino, o guia está disponível na página eletrônica do Orientador do Trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A confecção da bancada didática é uma ferramenta que: (1) permite medições em tempo real das variáveis de decisão; (2) apresenta custo inferior (R\$ 548,00) as bancadas comerciais (R\$ 15.000,00 – *Vivacity*); (3) permite aplicações no processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de Controle e Automação do Bacharelado em Engenharia Elétrica (guia de laboratório). O diferencial do protótipo está na supervisão local dos dados medidos.

A bancada desenvolvida é uma plataforma educacional tanto para ensino de sistemas fotovoltaicos para bombeamento totalmente isolado da rede elétrica convencional, quanto para o ensino das tecnologias empregadas na geração solar para comunidade interna do IFPE Campus Garanhuns, como para a comunidade externa, por meio de treinamentos ofertados pelos alunos da instituição aos moradores dos bairros vizinhos a Instituição.

Como trabalhos futuros sugere-se: (a) construção da supervisão remota dos dados; (b) sintonia e validação de outras estratégias de controle, por exemplo: neuro-fuzzy controller, adaptive PID controller, model predictive control; (c) implementação do chamado hardware-in-the-loop, onde a planta industrial é real e controlador é virtual (no caso o controle PI); (d) ampliar os cursos de divulgação das fontes renováveis no Agreste Meridional Pernambucano.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica, Bombeamento de água, Controle de nível, Protótipo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, Campinas. **Diagnóstico do estado de funcionamento de sistemas de bombeamento de água fotovoltaico (SBFV) instalados em Pernambucano [...].** [S. l.: s. n.], 2006.

ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, Campinas. **Tecnologia apropriada para a agricultura familiar sustentável do semiárido brasileiro: bombeamento solar de água para irrigação localizada [...]**. [S. l.: s. n.], 2006.

FEDRIZZI, M. C.; MELENDEZ, TEDDY A.; Valer, L. R.; SORIANO, O. **Implantação e acompanhamento de projeto fotovoltaico de bombeamento: ocorrência de problemas**. In: VI Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2016, Belo Horizonte. VI Congresso Brasileiro de Energia Solar, 2016.

MARQUES, Rubéria; KRAUTER, Stefan; LIMA, Lutero. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, p. 155-161, 2009.

MORAES, Albemerc Moura de; VALER MORALES, Luis Roberto; MORANTE TRIGOSO, Federico; FEDRIZZI, Maria Cristina. **Sistemas fotovoltaicos de bombeamento implantados no semiárido piauiense**. Anais. Recife: UFPE, 2014.

NETO, Manuel, CARVALHO, Paulo. **Energia solar fotovoltaica no semiárido: estudo de caso sobre a atuação do PRODEEM em Petrolina-PE**. 2006.

REBOUÇAS, Aldo. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise e Dados**, Salvador, v. 13, p. 341-345, 2003.

SENADO FEDERAL. **Sertão enfrenta a pior seca em 50 anos**. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/semi-arido-solucoes-para-o-drama-do-nordeste-chegam-aos-poucos>. Acesso em: 29 outubro de 2019.

SILVA, Glauciene; SEVERO, Thiago. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordestino: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, p. 593-597, 2012.

UFPI. **Projeto da UFPI instala sistema de bombeamento de água no semiárido piauiense usando energia solar**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.ufpi.br/ultimas-noticias-ufpi/32493-projeto-da-ufpi-instala-sistema-de-bombeamento-de-agua-no-semiarido-piauiense-usando-energia-solar>. Acesso em: 30 outubro de 2019.