SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Luciano Paulo da Silva Filho[1], Diogo Ramalho de Oliveira[1], Estelio da Silva Amorim[1]

[1] Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS) – Três Lagoas - MS

luciano.paulo2000@hotmail.com, diogo.ramalho@ifms.edu.br, estelio.amorim@ifms.edu.br

Resumo

O trabalho possui o objetivo de desenvolver um sistema de supervisão e controle para sistemas fotovoltaicos, utilizando *softwares* gratuitos, em específico o ScadaBR. O desenvolvimento desse sistema tem a finalidade de monitorar a produção de energia elétrica de painéis fotovoltaicos. Além disso, esse sistema é importante para auxiliar outras pesquisas realizadas no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - Campus Três Lagoas (IFMS-TL), que estudam a eficiência de células fotovoltaicas. Um exemplo de aplicação é no monitoramento da produção de energia elétrica de uma célula fotovoltaica acoplada a um sistema de rastreamento solar. Esse sistema de rastreamento solar também foi desenvolvido durante esse trabalho e utiliza células fotovoltaicas como o elemento sensor do sistema e também para fornecer energia elétrica para acionar um motor de corrente contínua, responsável pela movimentação da célula fotovoltaica.

Palavras-chave: ScadaBR, sistema de supervisão e controle, sistema fotovoltaico, rastreador solar.

Introdução

Estudos relacionados a fontes de energia renováveis estão cada vez mais frequentes, em virtude da crescente demanda energética mundial, assim como a preocupação com o meio-ambiente (Pereira et al., 2006). Um exemplo de fonte de energia renováveis, é a energia fotovoltaica que possui a capacidade de converter de maneira direta a radiação solar em eletricidade (Teo et al., 2011). Recentemente, com a desoneração de sistemas de geração fotovoltaicos domésticos, surgiram empresas especializadas na instalação de painéis fotovoltaicos para atender um mercado com grande potencial de expansão.

Um problema recorrente observado nos sistemas fotovoltaicos tradicionais é a baixa eficiência de conversão de energia dos mesmos. A eficiência de conversão de energia dos painéis fotovoltaicos é definida pela razão entre a energia elétrica gerada e a energia solar que incide sobre o painel. No entanto, cerca de apenas 15% da energia incidente no painel é convertida em eletricidade (Teo et al., 2011). Diante deste contexto, aumentar a eficiência das células fotovoltaicas é de suma importância para o mercado fotovoltaico.

Nesse sentido, a aplicação de sistema de rastreamento solar acoplados a sistemas fotovoltaicos é bastante estudado pela comunidade científica. Em (Chin et al., 2011) é apresentado um projeto e modelagem de um rastreador solar ativo que possui um único grau de liberdade para movimentação do painel, sendo que inicialmente o sistema de rastreamento é modelado e simulado utilizando o *software* MATLAB/Simulink.

Além disso, supervisionar a geração de energia elétrica dos painéis fotovoltaicos é um tema importante, pois dessa forma é possível verificar se o sistema está funcionando adequadamente, realizando manutenção em caso de necessidade. Além disso, do ponto de vista científico, ter uma forma precisa de registrar a geração de energia elétrica desse tipo de sistema, permite a comparação entre diferentes metodologias para aumentar a eficiência do painel fotovoltaico.

Uma opção para monitorar esse tipo de processo, são os sistemas de supervisão e controle, também conhecidos como SCADA (do inglês, *Supervisory Control and Data Acquisition*). Uma opção nacional para esse tipo de ferramenta, é o ScadaBR que é um *software* livre, gratuito e de código-fonte aberto, para desenvolvimento de aplicações de automação, aquisição de dados e controle supervisório. Entre as suas principais funcionalidades é possível citar: visualização de dados (variáveis ou "*tags*") em tempo real; relatórios de variáveis, alarmes e eventos; acesso em *browser* (*desktop*, *mobile*) e aquisição de dados em mais de 20 protocolos como: Modbus TCP/IP e Serial, OPC, DNP3, IEC, Serial ASCII, HTTP. Além disso, o ScadaBR já foi aplicado com sucesso na automação industrial/controle de processos; automação residencial; automação predial; eficiência energética; saneamento básico; pesquisa e desenvolvimento e bancadas de controle experimental.

Metodologia

A metodologia do trabalho sofreu algumas adaptações em virtude da pandemia do COVID-19, que resultou na restrição de acesso aos laboratórios do IFMS-TL. De forma resumida, inicialmente era previsto o monitoramento da energia elétrica gerada por um sistema fotovoltaico, através do monitoramento da tensão e corrente elétrica do sistema. Entretanto, não foi possível realizar os testes com o sensor de corrente. Além disso, para exemplificar o funcionamento do projeto, foram utilizadas uma fonte de tensão contínua (5V do arduino) e um potenciômetro para variar a tensão durante os testes práticos. Em resumo, a metodologia desse trabalho se divide em duas partes: o desenvolvimento do sistema de

supervisão e controle e o desenvolvimento do sistema de rastreamento solar.

Sistema de supervisão e controle

Para o desenvolvimento do sistema de supervisão e controle foi utilizado o *software* ScadaBR, um Arduino UNO, um sensor de tensão contínua (tensão de entrada: 0 a 25V, resolução de 10bits ou 0,00489Vdc, composto por um divisor de tensão de 30kΩ e 7,5kΩ) e um potenciômetro. Ao variar a posição angular do potenciômetro, foi possível realizar testes para a calibração do sistema, sem a necessidade de ter acesso aos painéis fotovoltaicos do IFMS-TL. Esses itens estão apresentados na Figura 1. A ligação elétrica entre os componentes está apresentada na Figura 2.

Figura 1. Circuito elétrico (Arduino, sensor de corrente e potenciômetro) utilizado para representar uma placa fotovoltaica, conectado ao computador com ScadaBR.

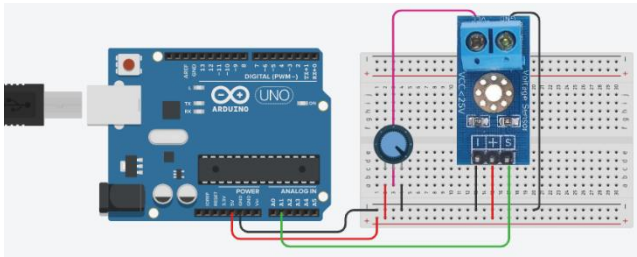

Figura 2. Conexões elétricas do circuito (Arduino, sensor de corrente e potenciômetro) utilizado para representar uma placa fotovoltaica.

A partir da Figura 1, observe que o Arduino está conectado ao computador através de um cabo USB, sendo utilizado o Modbus Serial como protocolo de comunicação entre o Arduino UNO e o ScadaBr. A variável relacionada à tensão medida foi configurada no ScadaBR como "Registrador *holding*", com valor inteiro de 2 bytes com sinal.

Além disso, as Figura 3 e 4 apresentam exemplos de telas desenvolvidas para o sistema de supervisão de controle e acessadas no ScadaBR.

Figura 3. Tela inicial do sistema de supervisão e controle para sistemas fotovoltaicos.

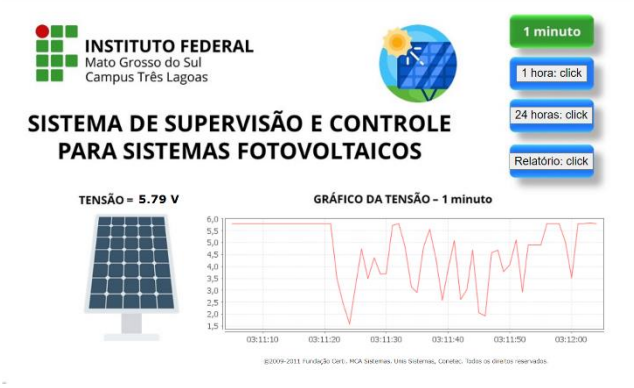

Figura 4. Tela de monitoramento da tensão do painel fotovoltaico ao longo de um minuto.

Foram desenvolvidas inicialmente algumas telas de navegação nas quais o usuário pode monitorar o histórico de variação da tensão elétrica na célula fotovoltaica nos intervalos de tempo de: 1 minuto, 1 hora e 24 horas. Além disso, é possível gerar relatórios de forma automática escolhendo intervalos de tempo superiores aos mencionados anteriormente.

Sistema de rastreamento solar

Para o desenvolvimento do sistema de rastreamento solar, foi utilizado duas placas fotovoltaicas (1,2W, 5V e 7cm x 11cm), um motor de corrente contínua (5V e com caixa de redução para 30rpm), engrenagens e uma cantoneira de alumínio para a construção da estrutura mecânica.

A ideia do protótipo é que as duas células fotovoltaicas funcionem como elemento sensor para controlar a posição do sistema e também como fonte de energia elétrica para energizar o motor de corrente contínua. Para isso, as duas células devem estar conectadas ao motor em anti-paralelo, ou seja, em paralelo, mas com polaridades invertidas. O anteparo entre as duas células fotovoltaicas tem a função de sombrear uma das placas, caso o sistema não esteja

completamente alinhado com a posição do sol. Dessa forma, uma das placas estaria gerando mais tensão elétrica que a outra, enviando ao motor uma tensão positiva (ou negativa) o fazendo girar no sentido horário (ou anti-horário).

O protótipo construído pode ser observado nas Figura 5 e 6. Observe que o sistema de rastreamento solar possui apenas um grau de liberdade. Além disso, note que o sistema está alinhado com a posição do Sol.

Figura 5. O protótipo do sistema de rastreamento solar com um grau de liberdade.

Figura 6. O protótipo do sistema de rastreamento solar alinhado com a posição do Sol.

Resultados e Discussão

Em virtude da pandemia e da impossibilidade de acessar os laboratórios do IFMS-TL para utilizar os computadores e equipamentos elétricos, o desenvolvimento do projeto foi comprometido. Infelizmente muitos objetivos não foram atingidos. Até mesmo a apresentação dos resultados ficou comprometida pelos motivos apontados anteriormente.

De forma geral, foi possível observar que a utilização do ScadaBR se mostrou uma alternativa viável para o monitoramento do sistema fotovoltaico. A ferramenta, por ser de acesso gratuito, não possui limite de tempo para o seu funcionamento, diferente de outros *softwares* SCADA que funcionam 2 horas ininterruptas nas suas versões gratuitas. Além de permitir a supervisão e o controle do sistema, o ScadaBR gera relatórios e possui alarmes configuráveis.

Inicialmente, como apresentado na Figura 4, somente a tensão elétrica foi monitorada. Entretanto, o ScadaBR permite que outras variáveis sejam adicionadas ao sistema, como por exemplo a corrente elétrica, potência gerada, temperatura, entre outras.

Além disso, o protótipo do sistema de rastreamento solar funcionou adequadamente, seguindo a posição do sol ao longo do dia. Uma dificuldade encontrada é o retorno do sistema à posição inicial de forma automática, para que no outro dia o sistema repita o processo. Uma solução para esse problema já foi formulada pelos autores e consiste em utilizar mais uma placa fotovoltaica, tal que três placas fotovoltaicas serão alinhadas em uma forma triangular em torno do eixo, responsável pelo movimento do sistema. Duas das placas permanecem com a mesma função de movimentar o sistema ao longo do dia. Já a terceira placa possui a função de acionar o motor no início do dia para que o sistema volte à posição inicial.

Considerações Finais

Considerando o sistema de supervisão e controle, foi possível observar que o ScadaBR pode continuar a ser aplicado em trabalhos futuros para o monitoramento da produção de energia elétrica de sistemas fotovoltaicos. Além disso, em virtude do tipo de aplicação, os autores observaram a necessidade de utilizar algum tipo de comunicação sem fio. Alguns estudos já começaram a ser desenvolvidos no intuito de substituir o Arduino UNO pelo ESP-32, que possui comunicação *wi-fi*.

Além disso, em trabalhos futuros, o sistema de rastreamento solar continuará a ser desenvolvido para validar a nova proposta para o controle do sistema, utilizando três células fotovoltaicas.

Agradecimentos

Ao incentivo financeiro IFMS através do Edital 028/2019-Propi/IFMS (ID:930).

Referências

Chin, C. S.; Babu, A.; Mcbride, W.. Design, modeling and testing of a standalone single axis active solar tracker using MATLAB/Simulink. Renewable Energy, v. 36, n. 11, p.3075-3090, nov. 2011. Elsevier BV.

Pereira, E. B; Martins, F.R.; Abreu, S. L. de; Rüther, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos: INPE, 2006.

Teo, H.G.; Lee, P.S.; Hawlader M.N.A. An active cooling system for photovoltaic modules. Applied Energy. Singapore, p. 309-315. 04 fev. 2011.