

SISTEMA SUPERVISÓRIO APLICADO EM CONVERSORES

Bruno Bertoldi¹, Gustavo Carlos Knabben², Gabriel Hermann Negri², Yales Rômulo de Novaes³, André Bittencourt Leal⁴, Maicon William Machado de Carvalho⁵

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica - DEE - PIVIC/UDESC

² Acadêmico formado no Curso de Engenharia Elétrica - DEE

³ Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica – DEE - yales.novaes@udesc.br

⁴ Professor Participante do Departamento de Engenharia Elétrica – DEE

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica - DEE

Palavras-chave: Sistema de eventos discretos, armadilha luminosa, Teoria de controle supervisório, Conversor CC/CC.

O presente projeto de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de uma armadilha luminosa autônoma e eficiente, para efetuar o controle de pragas agrícolas, principalmente as que atacam as plantações de arroz irrigado. A armadilha é constituída de uma estrutura metálica, a qual é responsável pela captura das pragas, uma lâmpada de LED, um conversor CC/CC, baterias de chumbo ácido e um painel solar.

Devido a necessidade do equipamento ser autônomo, um sistema de controle deve ser bem projetado para proporcionar um funcionamento seguro e confiável. Dessa forma, propôs-se modelar a armadilha como um Sistema a Eventos Discretos (SED), aplicando a Técnica de Controle Supervisório (TCS). O controlador deve gerenciar o carregamento da bateria a partir dos módulos solares e garantir condições de segurança. Além disso, deve-se manter a geração no ponto de potência máxima (MPPT), atuando na corrente de entrada através de uma referência de controle no conversor. E por fim, é necessário ligar a lâmpada durante a noite e com energia suficiente na bateria, desativando todo o sistema em condições de operação perigosas.

Levando em consideração todos esses critérios, percebe-se que a concepção do controlador requer um trabalho difícil para o programador, devido às muitas sequências lógicas que devem ser criadas e codificadas. Assim, programar de maneira tradicional (sem utilizar um gerador de código), pode provocar lotes de erros de código que seriam difíceis de depurar. A teoria de SED apresenta uma maneira de modelar facilmente plantas que usam mais sequências lógicas que equações diferenciais para descrever seu comportamento. E com base na TCS, um controlador pode ser facilmente concebido seguindo os requisitos do projeto. Como resultado, este método gera um código em linguagem C, que pode ser incorporado em microcontroladores de uma maneira simples.

Um SED é semelhante a uma máquina de Estados. Assim, todo o sistema está dividido em estados, que evoluem após a ocorrência de certos eventos discretos e não necessariamente com a passagem do tempo, assim como em outras plataformas de programação. A ocorrência de um evento provoca mudanças instantâneas, que podem ou não ser percebidos por um observador externo. É também importante notar que a ocorrência destes eventos pode depender de fatores não relacionados com o sistema, onde não é possível prevê-los.

A modelagem é feita por autômatos. Os estados são representados por círculos, onde o estado inicial é indicado por uma seta que não vem de qualquer outro estado. As setas representam transições, que são uma consequência dos acontecimentos. O modelo deve ter estados que são o alvo do sistema, onde, em condições de repouso, é desejável que o sistema corresponda a um desses estados. Estes são definidos pelo projetista e são representados por dois círculos concêntricos de diferentes tamanhos.

Na estrutura SED, o sistema é decomposto em subsistemas. A modelagem é feita para gerar o que é chamado de planta. Uma planta é o comportamento natural do sistema, compreendendo eventos controláveis e incontroláveis, os quais não compreendem necessariamente o comportamento desejado pelo projetista. Para que o projetista possa especificar um comportamento desejado, outro tipo de modelagem deve ser criado, chamado de especificações. Com a ajuda de software, uma compilação de todas as plantas e as especificações, é feita, gerando um supervisor. Um sistema pode ter vários supervisores, cada um trabalhando de forma independente, o que facilita o processamento e futuras modificações necessárias.

O supervisor responsável pelo MPPT foi testado usando uma fonte capaz de emular o comportamento de painéis solares. Um software que realiza a comunicação entre a fonte e o computador, mostra a curva do painel solar depois de introduzir os parâmetros do mesmo, sendo possível observar em tempo real o comportamento do controlador. Após serem observados bons resultados nestes testes, o protótipo foi submetido a experimentos em culturas durante algumas semanas na Estação Experimental da Epagri.

Os dados obtidos com os testes em campo, nos quais diversos grupos de insetos em grande número foram capturados, incluindo a praga de principal interesse, mostram que a armadilha construída apresentou bons resultados na atração de insetos e pode competir com modelos de armadilhas tradicionais. Os resultados experimentais demonstraram sinergia entre hardware e software, bem como a implementação bem sucedida das funções programadas. Assim, entende-se que a utilização da teoria de controle de supervisão aplicada no controle de conversores é uma alternativa viável, que pode facilitar o processo de desenvolvimento de algoritmos, não se restringindo a implementação apenas em microcontroladores, mas também em outras plataformas de programação.

Posteriormente dentro do projeto de pesquisa, algumas alterações foram necessárias devido ao surgimento de novas demandas, como por exemplo, o controle do tempo que a lâmpada de LED fica ligada e uma interface humano-máquina. Essas alterações implicam na alteração de apenas um dos dois supervisores utilizados no controle da armadilha. Devido ao gerador de código utilizado não ser adequado para gerar um código com o menor tamanho possível, percebeu-se que este ficou maior que a capacidade de memória flash do microcontrolador utilizado. Considerando a complexibilidade de desenvolver um novo gerador de código, capaz de atender as necessidades, sem ter cursado a disciplina oferecida na graduação, as plantas, especificações e o próprio supervisor foram utilizados apenas como base lógica para a alteração do supervisor corresponde, desta vez programando de maneira tradicional.