

SISTEMA DE CONTROLE E SIMULAÇÃO APLICADO A MICRO CENTRAIS HIDROELÉTRICAS COM APLICAÇÃO WEB

Vanessa Furtado de Lima

Acadêmica do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria

Vanessalima.fd@gmail.com

Gilberto Schneider

Acadêmico do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria

Giba.schneider@gmail.com

Robinson F. de Camargo

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria

Robinson.camargo@gmail.com

Claiton M. Franchi

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Santa Maria

Claiton.franchi@gmail.com

Resumo. *Este artigo apresenta um sistema SCADA (Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados) de baixo custo com aplicação web para micro centrais hidroelétricas que podem ser simuladas e emuladas através do software Matlab. O sistema de emulação é composto por um GIAE (Gerador de Indução Auto Excitado) acoplado a um motor elétrico acionado por um conversor de frequência. A simulação de usinas hidroelétricas requer uma integração de vários componentes e por isso foi utilizado o protocolo Modbus RTU para conectar o sistema SCADA com o conversor de frequência e um sistema OPC para conectar o SCADA com a simulação no Matlab. O sistema SCADA processa a informação e torna disponível para o operador em tempo real via web.*

Palavras-chave: SCADA. Micro Centrais Hidroelétricas. Simulação.

1. INTRODUÇÃO

Na última década vários fatores demonstram que o sistema energético atual precisa de modificações. Existem

necessidades que precisam de atualização, pois não são mais atendidas pelo sistema atual, como questões de âmbito econômico, tecnológico, social e ambiental.

Então seguindo a tendência mundial no ramo de energia, as políticas de estímulo do Governo Federal têm incentivado a aplicação de sistemas de geração distribuída (SGD) e os esforços na área de desenvolvimento de fontes de energias renováveis. Assim, através do PROINFRA buscam-se soluções de cunho regional para o uso de fontes renováveis de energia na matriz energética nacional. (ELETROBRÁS; Programa PROINFA, disponível em: <http://www.eletronbras.com.br/elb/portal/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm>. Acesso em 22 de junho de 2013).

Uma das possibilidades de geração distribuída é o uso de pequenas centrais hidroelétricas para a geração de energia, mas para que seja possível prever e controlar a geração em uma dessas centrais é necessário modelar todos os componentes para simular e emular sistemas em micro centrais hidroelétricas. O sistema de simulação/emulação é capaz de realizar ensaios de

modelos de turbina, bem como testar sistemas de conexão entre gerador e rede, e suas novas topologias.

Este artigo propõe a simulação dinâmica de uma turbina, juntamente com a emulação da resposta dinâmica e um sistema SCADA com aplicação via web para coletar dados. O ScadaBR é usado devido ao seu baixo custo e é um software livre que está disponível na internet. Com esse sistema supervisor é possível a alteração de alguns parâmetros da hidroelétrica simulada, tornando possível a análise da resposta do sistema a diversas situações. (LAHTI, J.P.; SHAMSUZZOHA, A.; KANKAANPAA, T., "Web-based technologies in power plant automation and SCADA systems: A review and evaluation," CONTROL SYSTEM, COMPUTING AND ENGINEERING (ICCSCE), 2011 IEEE International Conference on , vol., no., pp.279,284, 25-27 Nov. 2011.)

O sistema de comunicação neste trabalho é aprimorado ao desenvolvido em Wei, D.; Chen, Q. The Technology of OPC and Its Application In Supervisory Information System of Hydropower Plant, ISECS, 2009, onde é proposto um sistema SCADA de uma usina hidrelétrica utilizando o sistema OPC para melhorar a integração entre todos os dispositivos sem necessidade de drivers específicos para cada par de dispositivos. O sistema SCADA fornece um acesso fácil aos dados em tempo real. (THOMAS, M.S.; KUMAR, PARMOD; CHANDNA, V.K., "Design, development, and commissioning of a supervisory control and data acquisition (SCADA) laboratory for research and training," **Power Systems, IEEE Transactions** on , vol.19, no.3, pp.1582,1588, Aug. 2004). Uma rede Modbus é usada para conectar o SCADA a usina emulada. O uso do Modbus se justifica pela sua robustez e velocidade mais rápida do que os servidores de OPC.

O processo de emulação é feito com um motor elétrico acionado por inversor de frequência (máquina primária) acoplado a um gerador de indução auto-excitado

(GIAE). O gerador elétrico utiliza uma máquina de indução assíncrona que é geralmente aplicada como o motor elétrico. Este tipo de gerador foi escolhido para o projeto, pois é considerado muito robusto, com baixo custo e manutenção. (SCHERER, L.G.; DE CAMARGO, R.F., "Frequency and voltage control of micro hydro power stations based on hydraulic turbine's linear model applied on induction generators," POWER ELECTRONICS CONFERENCE (COBEP), 2011 Brazilian , vol., no., pp.546,552, 11-15 Sept. 2011). Esta é a escolha natural, porque pequenas centrais hidrelétricas necessitam de topologias com baixo custo. (PALWALIA, D. K.; SINGH, S.P., "Design and implementation of induction generator controller for single phase self-excited induction generator," INDUSTRIAL ELECTRONICS AND APPLICATIONS, 2008. ICIEA 2008. 3rd IEEE Conference on , vol., no., pp.400,404, 3-5 June 2008.)

2. SISTEMA PROPOSTO

A simulação da turbina e da dinâmica da água é feito através do Matlab e os resultados das simulações são transferidos para o sistema SCADA via OPC e enviado pelo Modbus sem fios para o conversor de frequência. Cada item é detalhado nas próximas seções. A visão geral do sistema é mostrada na Figura 1.

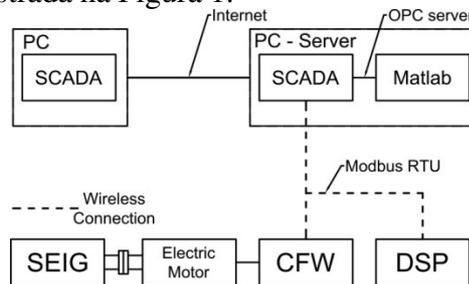


Figura 1. Sistema de emulação com controle de velocidade via rede Modbus wireless e acesso remoto.

A topologia escolhida para geração de energia emprega um gerador assíncrono que requer uma rotação constante, o que implica

ter um método de controlar a velocidade da turbina. A fim de conseguir isto, um modelo preciso da turbina é utilizado, bem como de todos os outros componentes do sistema hidráulico. (SCHERER, L.G.; DE CAMARGO, R.F., "Frequency and voltage control of micro hydro power stations based on hydraulic turbine's linear model applied on induction generators," POWER ELECTRONICS CONFERENCE (COBEP), 2011 Brazilian , vol., no., pp.546,552, 11-15 Sept. 2011.)

O sistema proposto apresenta uma turbina hidráulica (motor de indução), conversor de frequência, gerador de indução, banco de capacitores de excitação, inversor fonte de tensão (VSI) e SCADA.

3. MODELAGEM DO SISTEMA HIDRÁULICO

Um sistema de geração de energia hidráulica é composto por uma turbina, um gerador e um defletor para alterar a incidência da água sobre a turbina.

Para a modelagem da turbina foi escolhido um modelo não-linear de um sistema hidráulico simples. A utilização de um modelo não-linear é devido ao fato de ter um comportamento adequado para a simulação no domínio do tempo, com grandes variações de carga e de frequência. O modelo utilizado está detalhado em Scherer, L.G.; De Camargo, R.F., "Frequency and voltage control of micro hydro power stations based on hydraulic turbine's linear model applied on induction generators," Power Electronics Conference (COBEP), 2011 Brazilian , vol., no., pp.546,552, 11-15 Sept. 2011 e consiste em uma modelagem da turbina, da interação da água e da dinâmica do atuador de controle de velocidade.

4. SISTEMA DE SUPERVISÃO DA SIMULAÇÃO/EMULAÇÃO

O modelo hidráulico é inserido no Matlab e a simulação transcorre conforme a Figura 2.

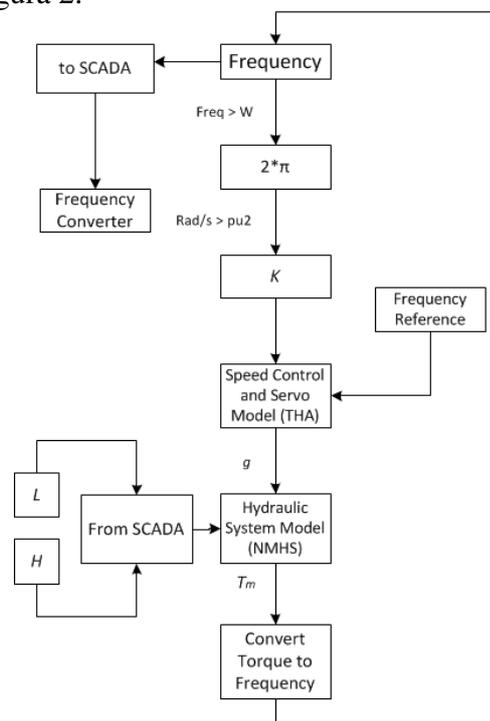


Figura 2. Diagrama de Blocos da Simulação.

A simulação recebe um valor de frequência, converte em velocidade angular e transforma para valores em pu. Este valor é comparado com o de referência pelo sistema de controle de velocidade e então é gerado um sinal de controle que é inserido no modelo hidráulico do sistema. A saída do modelo hidráulico é um torque mecânico gerado pela turbina que é convertido em uma frequência de rotação baseado na dinâmica do torque elétrico do gerador, essa frequência é a realimentação do sistema.

Com o uso de um sistema SCADA é possível modificar alguns parâmetros da planta, como a altura da coluna de água até o defletor ou o comprimento do conduto forçado, com isso é possível analisar diversas respostas do sistema em muitas condições. A conexão entre o sistema SCADA e o Matlab é feita por um servidor OPC, que é um protocolo de comunicação amplamente aplicado a IHM's e PLC's além de outros dispositivos industriais. A principal vantagem de um servidor OPC é

que torna mais simples a interconexão de programas que não tenham compatibilidade entre si, porém esses programas devem ser compatíveis com o servidor OPC.

A principal vantagem em usar um sistema SCADA com aplicação via web é proporcionar uma interface que possa ser acessada remotamente, permitindo uma visualização dos dados de maneira simples, além de possuir um histórico de dados tornando possível fazer a coleta de dados e seu armazenamento para que no futuro seja possível utilizá-los na determinação de melhorias para os sistemas de controle. (DUTRA, D.V.; POSSER, F.C.; TISCHER, C.B.; SCHERER, L.G.; FRANCHI, C.M.; DE CAMARGO, R.F., "Supervisory and control system development applied to distributed generation using Web tools," IECON 2012 - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society , vol., no., pp.3494,3499, 25-28 Oct. 2012.).

A transferência dos dados da simulação para o sistema de emulação é feito por uma rede Modbus sem fio, desta forma é possível enviar para um conversor de frequência, que simula o defletor da turbina, a rotação que a turbina real estaria sobre as condições previamente inseridas no sistema de supervisão. Assim obtém-se uma máquina primária emulada que reproduz exatamente as condições da máquina primária real, o que torna a resposta dos sistemas de geração acoplados a esta máquina muito próximos aos que seriam obtidos em uma hidroelétrica.

Além de o sistema possuir a supervisão da máquina primária ele também faz à aquisição dos dados da energia elétrica que esta sendo gerada, para isto existe a integração do DSP com o sistema de supervisão utilizando também a rede Modbus sem fio. O DSP é o microcontrolador responsável pelo processamento elétrico, e portanto, possui todo o sensoriamento de tensão e corrente. Uma imagem da tela de supervisão acessada

remotamente por um dispositivo móvel pode ser observada na Figura 3.



Figura 3. Sistema supervisorio acessado remotamente por um dispositivo móvel.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o CNPq e FAPERGS por apoio financeiro.