



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GGH/26

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - I

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA - GGH

INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO COM O SISTEMA DE SUPERVISÃO DA UHE SAMUEL

Davi Carvalho Moreira(*) Eletrobras Eletronorte	Daniel Simões Pires Eletrobras Eletronorte	Danilo Gomes Matias Eletrobras Eletronorte
Juliano Cortes de Souza Eletrobras Eletronorte	José Adolfo da Silva Sena Eletrobras Eletronorte	Ivaldo Monteiro Lobato Eletrobras Eletronorte

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma solução de engenharia, de baixo custo e simples implementação, adotada pela Eletrobras Eletronorte para integração do Sistema de Supervisão (BluePlant) com o Sistema de Monitoramento de Máquinas e Equipamentos (SIMME) da Usina Hidrelétrica de Samuel para realização de análises preditivas com maior confiabilidade.

PALAVRAS-CHAVE

Integração, Sistema de Supervisão, Sistema de Monitoramento, Usina Hidrelétrica.

1.0 - INTRODUÇÃO

A Eletrobras Eletronorte (ELB/ELN) possui a concessão da Usina Hidrelétrica de Samuel (UHE Samuel), construída na década de 80, com 216MW de potência nominal que está situada ao rio Jamari, da bacia hidrográfica do rio Amazonas e sub-bacia do rio Madeira. O projeto da UHE Samuel é da década de 70, tendo o início operacional das unidades geradoras no ano de 1989 e foi conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN) em 2012. Neste mesmo ano a ELB/ELN definiu que haveria a modernização dos sistemas de proteção e controle desta usina devido à necessidade de adequação aos procedimentos de rede do ONS, inexistência de sobressalentes para manutenção corretiva, encerramento do período de garantia, necessidade de realizar operação remota pela UHE Tucuruí e redução dos custos de operação e manutenção da usina [1].

Após a modernização dos sistemas de proteção, controle e supervisão finalizada em 2016, verificou-se a possibilidade de se implementar diversas melhorias, dentre elas, a integração do sistema de monitoramento das unidades geradoras, chamado Sistema de Monitoramento de Máquinas Elétricas (SIMME) com o Sistema Supervisório (BluePlant).

O SIMME é um sistema desenvolvido internamente na ELB/ELN para o monitoramento preditivo de seus equipamentos. Ele foi recentemente reformulado utilizando a metodologia orientada a objetos. Esta reformulação do SIMME foi concebida para prover ferramentas para análise preditiva das condições de operação dos equipamentos e integrar-se com toda a diversidade de instrumentos e sistemas de supervisão existentes na empresa, hoje ou no futuro. Suas características de integração foram utilizadas e os resultados obtidos são apresentados neste trabalho.

O BluePlant da Altus é uma solução para sistema de supervisão e aquisição de dados e controle. Este sistema possui *drivers* de comunicação para diversos protocolos, portanto é um sistema bastante flexível, que nos permitiu fazer a integração com o SIMME por meio do protocolo Modbus TCP.

2.0 - SISTEMAS DE SUPERVISÃO E MONITORAMENTO

2.1 Sistema de Monitoramento de Máquinas Elétricas (SIMME)

O Centro de Tecnologia da Eletronorte é a área responsável, em conjunto com a área de engenharia da instalação, pela manutenção preditiva de equipamentos e pela implantação de novas tecnologias em ensaios e monitoramento [2]. Este sistema consiste em um conjunto de bancos de dados, softwares, aplicativos e dispositivos de aquisição de dados. O SIMME fornece ferramentas de análise para os especialistas nos equipamentos monitorados para auxiliar na previsão de falhas e, portanto, no planejamento das manutenções.

Em cada instalação (usina, subestação e repetidoras ópticas) existe um conjunto de hardware e software responsável pela aquisição de dados do SIMME. Através da Figura 1 é apresentada a arquitetura interna do SIMME presente em cada uma das instalações monitoradas na ELB/ELN.

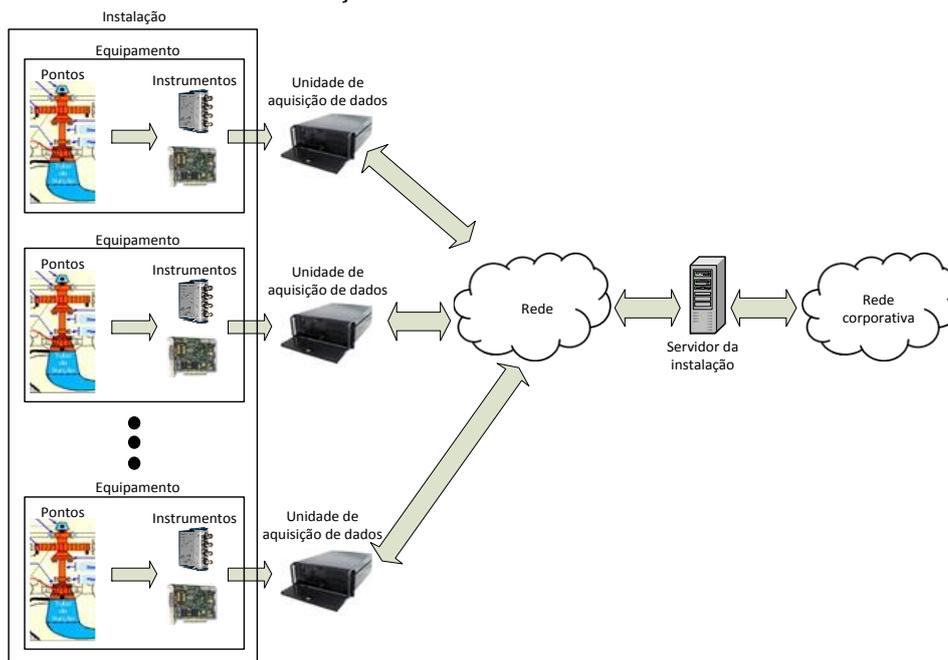


FIGURA 1 - Arquitetura Interna de Aquisição de Dados

Na UHE Samuel as cinco unidades geradoras são monitoradas pelo SIMME, em cada unidade geradora, existem um conjunto de sensores, alojados em locais estratégicos, que estão conectados aos instrumentos que realizam as medições e as convertem em um formato digital. Nesta integração, os sinais disponibilizados pelo SIMME, são as vibrações relativas dos mancais guia superior, guia da turbina e combinado.

Estas medições são coletadas em computadores industriais que executam o software de aquisição de dados (este software é um dos componentes do SIMME). O conjunto software de aquisição de dados e computador industrial, no SIMME, é chamado de "Unidade de Aquisição de Dados". As "Unidade de Aquisição de Dados" do SIMME é capaz de comunicar-se com um grande número de tipos de instrumentos e um grande número de protocolos de comunicação (*Modbus*, *Fieldbus*, *Profibus*, entre outros). Nesta integração, os sinais foram disponibilizados através do protocolo Modbus/TCP.

O SIMME é capaz de comunicar-se com os sistemas SCADA nos dois sentidos, fornecendo informações aos sistemas SCADA e obtendo informações dos sistemas SCADA, foi esta característica do SIMME que viabilizou a integração do sistema de monitoramento preditivo (SIMME) com o sistema de supervisão da UHE Samuel (BluePlant).

2.1.1 Conexão do SIMME na Rede de Controle da UHE Samuel

A rede dos sistemas de proteção, controle e supervisão da UHE Samuel possui a arquitetura apresenta na Figura 2, onde foi utilizado o protocolo *Distributed Network Protocol Version 3.0* (DNP 3.0) para comunicação dos CLPs com o sistema supervisório e o protocolo *Manufacturing Message Specification* (MMS) para comunicação dos relés com o sistema supervisório [1].

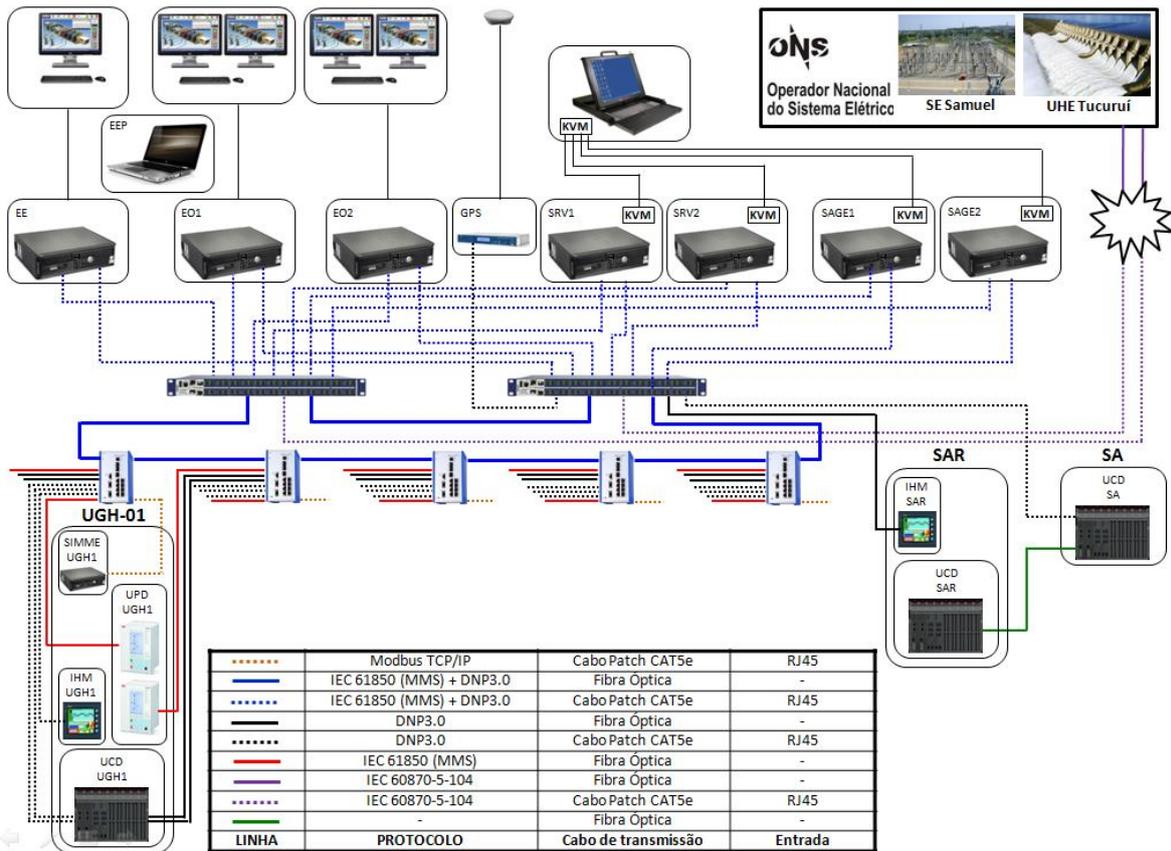


FIGURA 2 – Arquitetura de Rede do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão da UHE Samuel

Devido o SIMME possui comunicação com a rede corporativa da ELB/ELN, foi necessário instalar uma placa de rede no computador do SIMME de cada unidade geradora, configurar *firewalls* e endereços IPs próprios para acessar a rede de controle. Foi necessário também lançar cabos de rede dos painéis do SIMME para os painéis de controle de cada máquina com o objetivo de conectar fisicamente o sistema de monitoramento à rede de controle da usina, como pode ser observado na Figura 2.

2.1.2 Implementação da Comunicação no SIMME

O software de aquisição de dados do SIMME comunica-se com a fonte de informação (instrumento) através de um “*Driver de Dispositivo*”. O *driver* de dispositivo é responsável por traduzir o protocolo de comunicação dos instrumentos para o protocolo interno do SIMME. Para cada tipo de instrumento, existe um driver específico e já estão desenvolvidos drivers para diversos protocolos de campo, OPC Server, SAGE, etc.

Através da Figura 3, é ilustrado como um instrumento com o nome “*Supervisorio*” foi configurado para interrogar uma distribuição Modbus/TCP implementado, utilizando o BluePlant existente na UHE Samuel. Na mesma figura deve-se observar que o *driver* de dispositivo a ser empregado é definido no campo “*Tipo de instrumento*”.

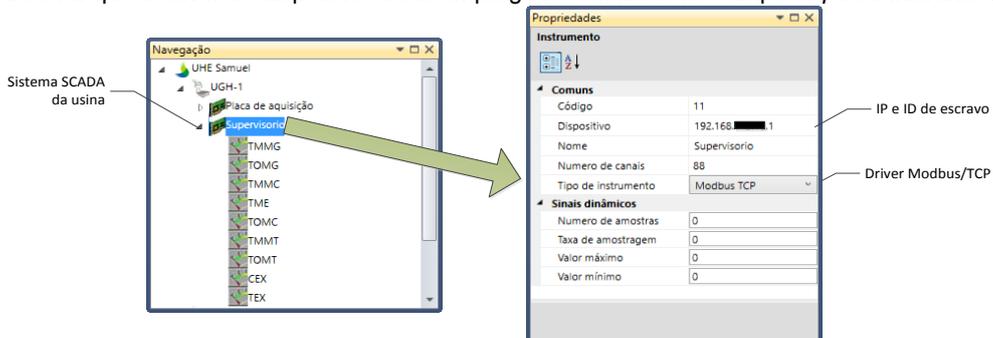


FIGURA 3 – Configurando de Instrumento no SIMME para obter Informações do Sistema SCADA

Os canais de comunicação foram configurados como ilustrado através da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 4, onde está destacado o canal TMMG cujo registrador é o 400034 com formato WD que corresponde a um inteiro de 16 bits.

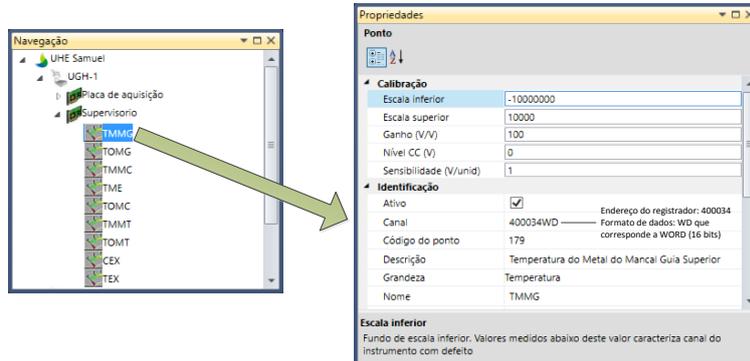


FIGURA 4 – Configuração de um Ponto de Medição obtido do Sistema de Supervisão

Cada unidade de aquisição de dados do SIMME comporta-se como um nó em uma rede Modbus/TCP e cada canal configurado no SIMME corresponde a um registrador. Para um sistema SCADA ter acesso às medições do SIMME, deve-se configurá-lo com o IP do computador e o ID de escravo, conforme mostrado na FIGURA 5.

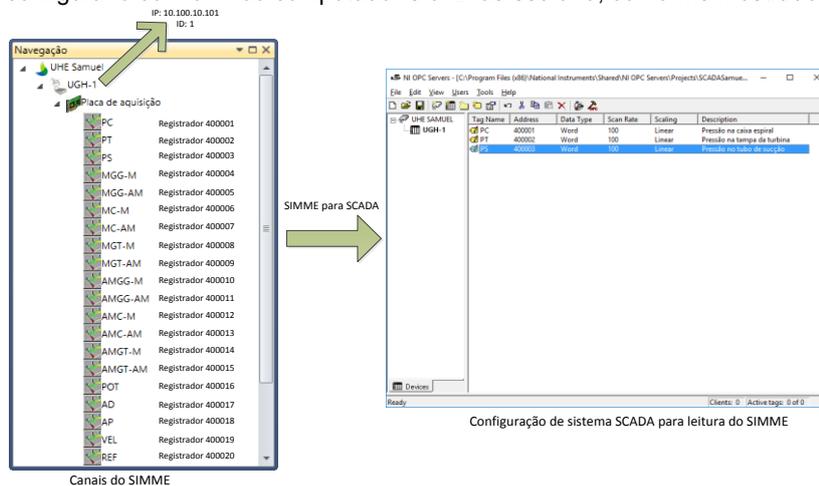


FIGURA 5 – Configurando um sistema SCADA para obter medições do SIMME

2.2 Sistema de Supervisão (BluePlant)

O Sistema de Supervisão e Controle (SSC) é parte fundamental de praticamente qualquer sistema de automação de processos. O SSC surgiu com a função básica de fornecer uma interface amigável (geralmente gráfica) com os operadores do processo, permitindo aos mesmos realizar as seguintes funções:

- Monitorar variáveis do processo em tempo real (temperatura, pressão, nível, dentre outras);
- Diagnosticar falhas ou condições indevidas através de alarmes e eventos;
- Ajustar parâmetros do processo (*setpoints*);
- Enviar comandos para o sistema.

Um sistema SCADA é composto pelo SSC, instrumentação, Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e toda infraestrutura de comunicação utilizada no sistema de automação e controle. Contudo, é comum definir-se o software de supervisão como SCADA. Este geralmente é localizado na sala de controle, rodando sobre um computador industrial.

O sistema de supervisão da UHE Samuel (BluePlant) possui requisitos de desempenho que estão passando pela avaliação da ELB/ELN, a interface gráfica criada em ambiente *Windows Presentation Foundation* (WPF) possui boa interatividade com os usuários e bons resultados gráficos.

A seleção de *drivers* adquiridos no *software*, permite que o BluePlant realize comunicação com diversos sistemas e equipamentos em diversos tipos de protocolos.

2.2.1 Implementação da Comunicação no BluePlant

Para estabelecer a comunicação entre o BluePlant e o SIMME foi necessário criar um novo canal de comunicação com o protocolo Modbus e interface TCP/IP no BluePlant, como pode ser observado na Figura 6. Este canal de comunicação possibilita o envio e recebimento de informações ao SIMME.

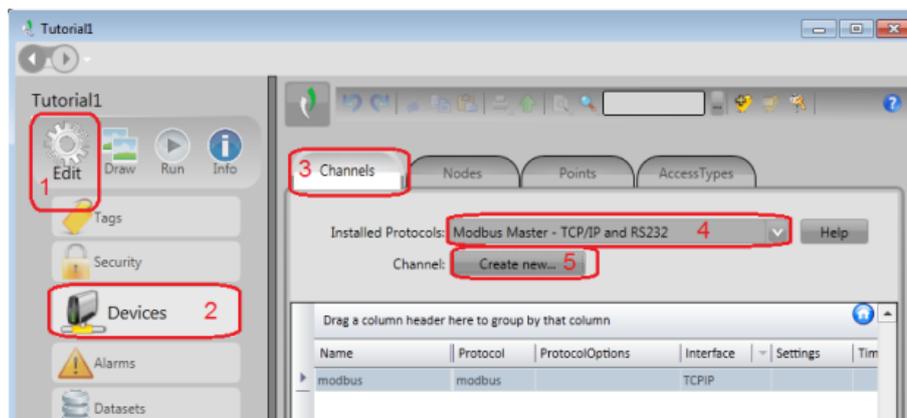


FIGURA 6 – Criação do Canal de Comunicação, Estabelecimento do Protocolo e Interface no BluePlant

Foi necessário configurar no BluePlant o endereço IP e porta lógica para o SIMME de cada unidade geradora, a Figura 7 apresenta a tela de configuração dos nós lógicos do sistema supervisório.

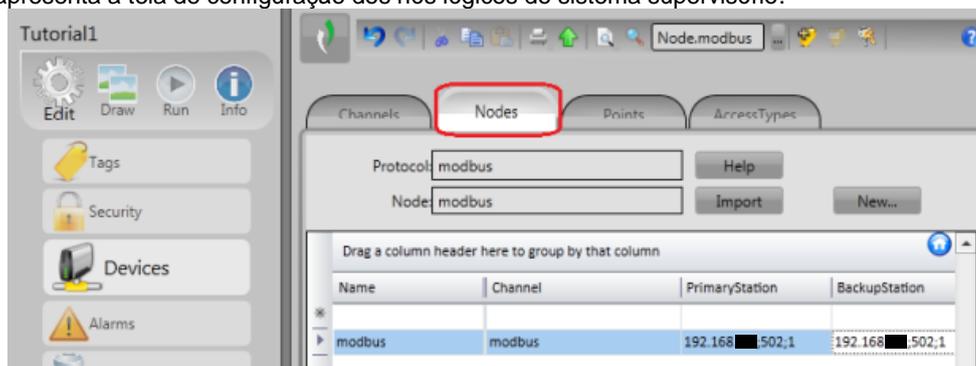


FIGURA 7 – Configuração do Endereçamento no BluePlant

Por fim, foi necessário criar TAGs de comunicação, para os sinais enviados pelo SIMME referente ao:

- MGG-M – Sensor Vibração relativa do Mancal Guia do Gerador (lado da Montante)
- MGG-AM – Sensor de vibração relativa do Mancal Guia do Gerador (lado da Área de Montagem)
- MC-M – Sensor de vibração relativa do Mancal Combinado (lado da Montante)
- MC-AM – Sensor de vibração relativa do Mancal Combinado (lado da Área de Montagem)
- MGT-M – Sensor de vibração relativa do Mancal Guia da Turbina (lado da Montante)
- MGT-AM – Sensor de vibração relativa do Mancal Guia da Turbina (lado da Área de Montagem)

2.2.2 Implementação dos Sinais de Vibração nas Telas do Sistema Supervisório

Após estabelecida a comunicação entre o SIMME e o BluePlant, os valores de vibração das unidades geradoras foram disponibilizados e utilizados nas telas do sistema supervisório.

Foram implementadas nas telas do sistema supervisório, barras com gradiente de cor passando do verde para o vermelho, sendo que os valores em vermelho foram determinados a partir das normas internacionais e aderente ao processo de acompanhamento dos valores de vibração adotado na empresa. Além da visualização gráfica das medições de vibração, foi implementado alarmes no sistema supervisório quando atingido os valores críticos.

Nas Figuras 8, 9 e 10 pode-se observar algumas telas do sistema supervisor que foram implementadas as medições de vibrações em tempo real.

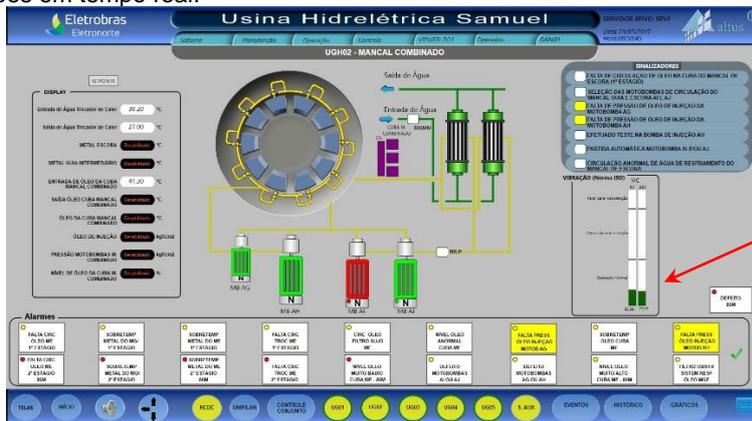


Gráfico de Barras para Visualização da Vibração do Mancal Combinado

FIGURA 8 – Tela do BluePlant com Medição de Vibração do Mancal Combinado

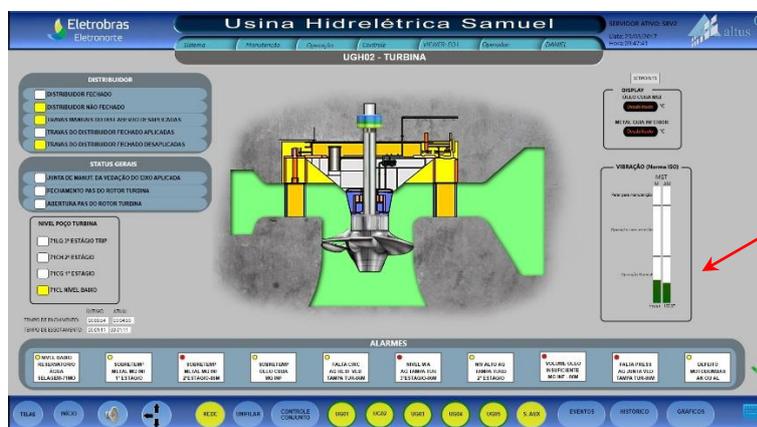


Gráfico de Barras para Visualização da Vibração do Mancal Guia da Turbina

FIGURA 9 – Tela do BluePlant com Medição de Vibração do Mancal Guia da Turbina

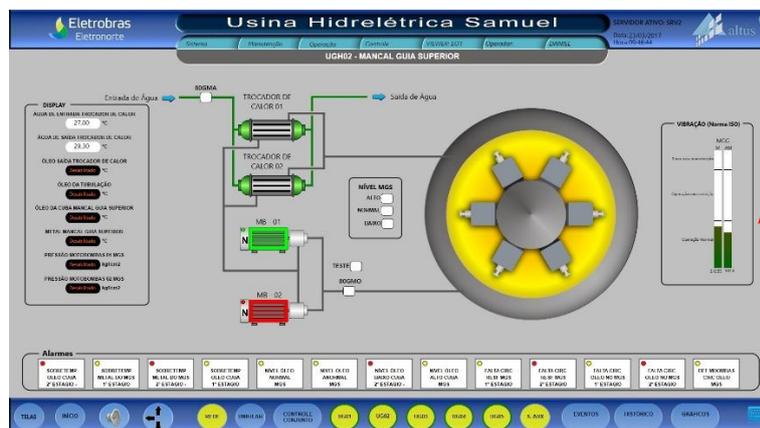


Gráfico de Barras para Visualização da Vibração do Mancal Guia Superior

FIGURA 10 – Tela do BluePlant com Medição de Vibração do Mancal Guia Superior

3.0 - CONCLUSÃO

O artigo abordou a integração do sistema de supervisão com o sistema de monitoramento da UHE Samuel. No cenário atual, onde a produção e a comercialização de energia transformaram-se em preocupação nacional, nenhuma concessionária de energia elétrica poderá desconsiderar as potencialidades dos sistemas digitais de supervisão, controle e monitoramento como ferramentas adequadas para a eficiência dos processos produtivos.

De um modo geral, a troca de informações entre os sistemas trouxe benefícios significativos para o melhor desempenho da produção. A análise preditiva de vibração das unidades geradoras foi complementada com informações confiáveis do sistema de supervisão e disponibilizada na rede corporativa para possibilitar acesso de outras instalações e aumento da produtividade. A disponibilização dos sinais de vibração no sistema supervisorio, possibilitou a inserção de alarmes e visualização gráfica de sinais importantes para supervisão das unidades geradoras e necessários para aumento da confiabilidade operacional.

Embora o objetivo de uma integração entre sistemas seja na maioria das vezes similar, a solução técnica pode ser diversa, devendo ser respeitadas as particularidades de cada instalação e as necessidades específicas de cada cliente. Deve-se evitar utilizar soluções de hardware e software dedicadas do tipo “caixa preta” e protocolos proprietários, a solução adotada deve ser a mais aberta e flexível de modo a evitar dependência tecnológica.

O custo reduzido do projeto de integração do sistema de supervisão com o sistema de monitoramento se deve a solução de engenharia adotada pela ELB/ELN, pois houve a necessidade de aquisição de 05 (cinco) placas de redes, cabos ethernet e HxH dos especialistas da ELB/ELN para configuração do sistema.

Devido a implantação com sucesso desse projeto, a ELB/ELN passará a adotá-lo como padrão para as demais usinas que sob sua concessão.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MOREIRA, D.C., PIRES, D.S., MATIAS, D.G., FULBER, H., MERLIN, B. – “Modernização dos Sistemas de Proteção e Controle da UHE Samuel: Desafios Encontrados, XXIII SNPTEE, Foz do Iguaçu, 18 a 21 de Outubro de 2015.

[2] SENA, J. A. S., MOREIRA, P. I. C., BRAMATTI, N., FRANÇA, A. L. C., SANTOS, G. M., “Manutenção Baseada na Condição: A Experiência da Eletrobrás – Eletronorte Com o Sistema SIMME no Contexto do TPM”, XXI SNPTEE, Florianópolis, 23 a 26 de outubro de 2011.

[3] IEEE Std 1147-1991 – “IEEE Guide for the Rehabilitation of Hydroelectric Power Plants” – Junho de 1991.

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



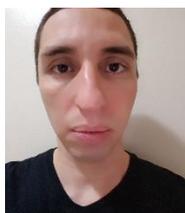
Davi Carvalho Moreira nasceu em Macapá, Amapá, em 1982. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (2004), especialização em Engenharia Elétrica com Ênfase em Sistemas de Potência pelo Instituto Superior Tupy (2015), especialização em Engenharia de Produção pela FATEC (2011), MBA em Planejamento e Gestão Estratégica (2013) e MBA em Assessoria Executiva (2014) pela UNINTER. Já atuou como gerente do setor de supervisão da qualidade (2008-2011) e gerente da divisão de engenharia (2012), ambos na UHE Tucuruí. Coordenou o projeto de modernização do SPCS da UHE Samuel. Atualmente atua como engenheiro de manutenção elétrica das usinas de Tucuruí, Belo Monte, Pimental, Samuel, Curuá-Una e Coaracy Nunes. Membro do CIGRÉ-Brasil.



Daniel Simões Pires nasceu em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, em 1973. Possui graduação em Administração pela Faculdade São Lucas (2006), curso Técnico em Eletrônica pelo Colégio Santo Inácio em Porto Alegre (1993). Atua como técnico de manutenção eletrônica (comando, controle e proteção) na UHE Samuel desde 2005 e atualmente coordena a equipe de comissionamento do projeto de modernização do SPCS da UHE Samuel.



Danilo Gomes Matias nasceu em Araguari, Minas Gerais, em 1983. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2006). Atua desde o ano de 2007 como engenheiro de projetos e construção dentro da Gerência de Engenharia Eletromecânica da Geração da Eletrobras Eletronorte, onde tem trabalhado no projeto, especificação e controle da qualidade de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão em Usinas Hidrelétricas, Térmicas e Eólicas.



Juliano Cortes de Souza possui graduação em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU em 2004, atua na área de automação da Eletrobrás Eletronorte e atualmente está envolvido em projetos de telecomando de usinas e integração de sistemas.



José Adolfo da Silva Sena nasceu na cidade de Belém, Pará, no ano de 1974. Graduou-se em 1998 pela Universidade Federal do Pará em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica, em 2001 concluiu o Mestrado em Engenharia Elétrica na área de Instrumentação Eletrônica na Universidade Federal de Campina Grande, em 2012 obteve o título de Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará. Atuou na área de ensino no Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM) no curso de Engenharia de Telecomunicações, na UFPA atuou como pesquisador e professor do quadro efetivo até 2006 onde pesquisou e lecionou disciplinas relacionadas à Eletrônica. Ingressou na Eletrobras Eletronorte em 2007 no Centro de Tecnologia, até o momento, como Engenheiro de Manutenção Eletrônica.



Ivaldo Monteiro Lobato possui curso técnico em Eletrônica pelo Instituto Federal do Pará (1988), graduação em Matemática pela Universidade Federal do Pará (1999), especialização em Redes de Computadores (2000) e em Engenharia Elétrica com Ênfase em Automação de Sistemas Elétricos de Potência (2006) pela UFPA. Atualmente atuando nas áreas tratamento de alarmes, sistemas inteligentes, monitoramento e automação de sistema elétricos da Eletrobras Eletronorte.