



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

FI/GPC/06
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – V

**GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA -
GPC**

**COPEL GET: AUTOMAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS E SUBESTAÇÕES ASSOCIADAS, EVOLUÇÃO E
ESTÁGIO ATUAL**

**Oliveira, L. D.(*)
COPEL GET**

**Hermeling, C.
COPEL GET**

**Henklein, E. D.
CECS**

RESUMO

A utilização de um Sistema de Supervisão e Controle em empreendimentos de geração deve proporcionar confiabilidade, estabilidade e segurança para a operação e manutenção da planta. Baseando-se neste princípio fundamental, "Operação e Manutenção Confiável, Estável e Segura", a Copel GeT vem construindo usinas automatizadas e sistematicamente modernizando suas plantas de geração, buscando também reduzir custos da operação remota e desassistida.

São apresentados os sistemas de automação das plantas de geração existentes da Copel GeT, e na sequência são descritos os princípios básicos, a filosofia adotada nos projetos e os resultados obtidos, mostrando-se vantagens e desvantagens verificadas em relação às tecnologias anteriores, além de oportunidades de melhoria para novos empreendimentos e modernizações.

PALAVRAS-CHAVE

Usinas hidrelétricas, SSC, SCADA, operação remota desassistida

1.0 - INTRODUÇÃO

A Copel GeT foi pioneira na adoção de novas tecnologias para melhor atender seu sistema elétrico, notadamente nas áreas de supervisão, controle e proteção das suas usinas hidrelétricas. Responsável por obras de geração desde a década de 70 até a atualidade, a Copel GeT vivenciou a transição da era convencional e tradicionalista, onde todo o automatismo era eletromecânico, para a era digital, onde se tem Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*), baseados em controladores lógicos programáveis (CLPs). Apesar do grande desafio que esta transição envolvia, pois alterava a filosofia operacional, os profissionais da empresa venceram as barreiras, culminando com quase 100% das usinas automatizadas.

Adicionalmente, como uma segunda transição, a Copel GeT considera que, além de possuir um sistema SCADA, as novas usinas são construídas para serem teleoperadas. Para tanto, desenvolveu e está modernizando seu centro de teleoperação responsável pela operação de grandes, médias e pequenas usinas, além dos sistemas de transmissão, denominado Centro de Operação da Geração e Transmissão da Copel (COGT).

Durante a construção dos empreendimentos de geração, a Copel GeT sempre zela por dotar suas plantas com os melhores equipamentos e de concepção otimizada dos sistemas de supervisão, controle e proteção. A temática envolvendo a mudança de cenário de construção de empreendimentos totalmente de propriedade da empresa para o cenário de construção de parcerias, com concessões através de leilões, teve influência significativa nos requisitos técnicos, porém a Copel GeT busca sempre diminuir os impactos na qualidade e manter a disponibilidade dos empreendimentos.

Para buscar superar estes novos desafios enfrentados pela Copel GeT, apresenta-se aqui também algumas estratégias desenvolvidas pelos profissionais da empresa, como a certificação pela norma ISO 9001 para gerenciamento de obras de geração, que envolve projeto, teste de aceitação em fábrica, comissionamento e operacionalização do sistema; o controle, registro e a digitalização de todos os documentos de cada empreendimento; treinamento dos profissionais de construção e O&M; entre outros.

Este trabalho apresenta a evolução dos sistemas digitais de supervisão e controle, bem como dos equipamentos de proteção digitais de cada usina automatizada, tanto novas quanto de modernizações ocorridas em substituição aos sistemas já ultrapassados ou mesmo de modernização de usinas convencionais. São apresentados também os desafios a serem superados e as perspectivas futuras com relação aos seus empreendimentos.

2.0 - EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO DAS USINAS HIDRELÉTRICAS DA COPEL

A Copel GeT tem hoje um total 25 usinas hidrelétricas entre grandes, médias e pequenas centrais, sendo 2 em fase de construção (UHE/Colíder e UHE/Baixo Iguaçu). Além destas usinas, possui também usinas térmicas a gás e carvão e usinas eólicas (1). A Tabela 1 mostra as plantas de geração hidrelétrica que compõem o parque gerador da Copel GeT.

Tabela 1: Plantas de geração hidrelétrica pertencentes à Copel GeT.

Hidrelétricas	Nº de Unidades	Potência Total [MW]	Operação Comercial
Gov. Bento Munhoz da Rocha Neto (GBM) ¹	4	1.676,00	1980
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (GNB) ²	4	1.260,00	1992
Gov. José Richa (GJR) ³	4	1.240,00	1999
Colíder (CLR)	3	300,00	2015 ⁴
Gov. Pedro Viriato Parigot de Souza (GPS)	4	260,00	1970
Guaricana (GNA)	4	36,00	1957
Cavernoso II (CAS)	3	19,00	2013
Chaminé (CHE)	4	18,00	1930
Apucarantina (APC)	3	10,00	1949
Mourão (MOU)	3	8,20	1964
Derivação do Rio Jordão (DRJ)	1	6,50	1997
Marumbi (MUB)	2	4,80	1961
São Jorge (SJR)	2	2,30	1945
Chopim (CIM)	2	1,98	1963
Rio dos Patos (RPA)	2	1,72	1949
Cavernoso (CAV)	2	1,30	1965
Melissa (MEL)	2	1,00	1966
Salto do Vau (SVU)	1	0,94	1959
Pitangui (PGI)	4	0,87	1911
TOTAL	51	4.548,61	

A Copel possui também participações em outros empreendimentos de geração hidrelétrica. A Tabela 2 apresenta as usinas hidrelétricas nas quais a Copel GeT possui participação.

Tabela 2: Plantas de geração hidrelétrica com participação da Copel GeT.

Hidrelétricas	Nº de Unidades	Potência Total [MW]	Operação Comercial	Participação Copel GeT [%]
Mauá (MUA)	5	361,00	2012	51,0
Baixo Iguaçu (BXI)	3	350,00	2017 ⁴	30,0
Dona Francisca (DFR)	2	125,00	2001	23,0
Santa Clara (SCL)	2	120,16	2005	70,0
Fundão (FND)	2	120,16	2006	70,0
Foz do Chopim (FCH)	2	29,07	2001	36,0
Santa Clara PCH (SCP)	1	3,60	2005	70,0
Fundão PCH (FNP)	1	2,47	2006	70,0
TOTAL	16	986,46		

¹ A UHE GBM também é conhecida por UHE Foz do Areia.

² A UHE GNB também é conhecida por UHE Salto Segredo.

³ A UHE GJR também é conhecida por UHE Salto Caxias.

⁴ Data prevista para entrada em operação da primeira unidade geradora.

Na Copel, a automação das usinas teve início com a entrada em operação da Usina GBM, inaugurada em dezembro de 1980. Após a entrada em operação da Usina GBM, as demais usinas já tiveram concepção digital com tecnologias no estado da arte da época.

A segunda transição mencionada na introdução ocorreu durante a entrada em operação da Usina GJR, onde o sistema digital da usina já foi projetado para permitir a operação remota. Nesta ocasião foi projetado e instalado o Centro de Operação da Geração da Copel (COG), para atender a necessidade dos projetos de operação remota das Usinas.

Na sequência desta seção são apresentadas de forma resumida informações das principais usinas e dados relevantes de seus sistemas de automação.

2.1 Sistemas de Automação Originais

A Usina GBM (Foz do Areia), inaugurada em 1980, teve o sistema de automação fornecido pela Brown Boveri Company, atual ABB. Esse sistema era formado por cartões de entradas digitais e analógicas, partes integrantes de um poderoso sistema computacional com terminais de operação e programação ligados aos computadores principais, e unidades terminais remotas (UTRs) para o nível 1. Em 1998, a Copel GeT substituiu o nível 2 do sistema de automação por sistema do fabricante Alstom. Posteriormente, em 2006 todo o sistema foi substituído, sendo o sistema supervisor VTS (*Virtual Tag System*) e o nível 1 composto por UTRs da Foxboro.

A Usina GNB (Segredo), com operação iniciada em 1993, teve o sistema de automação fornecido pela CEGELEC, atual Alstom. O nível 2 era constituído por estações de trabalho baseadas em microcomputadores IBM-PC, sistema operacional Windows e RTUs Elebra. Semelhante ao realizado na Usina GBM, em 2006 a Copel GeT substituiu todo o sistema de automação, sendo o novo sistema supervisor VTS e equipamentos nível 1 UTRs da Foxboro.

Inaugurada em 1996, a Usina DRJ teve o sistema supervisor fornecido pela CEGELEC, atual Alstom. O nível 2 era constituído por uma estação de operação local, porém é operada remotamente pela Usina GNB. Tem sistema operacional Windows e RTU baseada em controlador da GE/Fanuc. Em 2006 houve substituição do nível 2 pelo sistema supervisor VTS.

A Usina GJR, inaugurada em 1999, possui o sistema de automação fornecido pela ABB, sendo do tipo DCS (*Distributed Control System*), onde existe uma integração entre as redes de controle e supervisão. Em 2010 foi efetuada a atualização do sistema supervisor para Advant Station 800xA.

Com operação comercial iniciada em 2001, a Usina DFR possui sistema de automação com supervisor SCADA da Telegyr NT e o nível 1 com Unidades de Aquisição e Controle (UACs) composto por Controladores GE/Fanuc. Apesar de ser automatizada, esta usina não possui operação da Copel GeT, e conseqüentemente não é operada pelo COGT. Também de 2001, a Usina FCH possui como supervisor o Elipse, e o nível 1 é constituído por UACs com CLPs Mauell (2).

Inauguradas em 2005 e 2006 respectivamente, as Usinas SCL e FND têm agregada uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) em cada uma, para aproveitamento da vazão sanitária. O sistema de automação foi fornecido pela IMPSA, com supervisor composto pelo iFIX e o nível 1 possui UACs baseadas em controladores da GE/Fanuc.

Inaugurada em 2012, a Usina MUA possui sistema de automação com supervisor Elipse e nível 1 constituído por UACs baseadas em CLP da Altus. A Usina CAS, inaugurada em 2013, conta com sistema de automação composto também por supervisor Elipse, entretanto o nível 1 é constituído por UACs com CLPs Schweitzer (3).

Em construção, a Usina CLR tem o sistema de automação com supervisor Elipse e o nível 1 possui constituído por UACs baseadas em controladores Schneider. Esta usina é a primeira usina hidrelétrica da Copel GeT fora do estado do Paraná, e será operada remotamente pelo COGT. Já a Usina BXI possui sistema de automação composto por sistema distribuído do tipo DCS do fabricante Alstom.

2.2 Modernização de Usinas

A Usina SVU, inaugurada em 1973, em 1994 marcou o início da fase modernização das usinas da Copel com a realização da automação com o sistema PCH Control, desenvolvido pela engenharia da Copel, utilizando linguagem de programação "C" em sistema operacional MS-DOS. Na sequência, a Usina MEL, em 1995, e a Usina CIM, em 1996, também foram automatizadas com o sistema PCH Control desenvolvido pela Copel.

A Usina SJR voltou a operar em 1997 com sistema de automação DK-100, também desenvolvido pela Copel. Este sistema foi desenvolvido no concepção de projeto que a engenharia da Copel/Distribuição estava utilizando em subestações. Composto por UACs distribuídas com cartões de interfaces de entrada e saída de dados, basicamente constituídas de computador tipo industrial e sistema operacional MS-DOS. As UACs se comunicam por fibra óptica em dois computadores locais, utilizando programa de automatismo desenvolvido em linguagem "C"

e sistema operacional QNX. Em 2004 teve o sistema de automação substituído pelo sistema DK-300, desenvolvido com aquisição em CLPs da Altus e supervisório Elipse.

A Usina RPA, em 2001, entrou em operação com o sistema de automação DK-200, na nova versão desenvolvida pela equipe de engenharia da Copel. A Usina GPS, inaugurada em 1971, teve em 2012 instalado o novo sistema de automação DK-1000, desenvolvido com o software Elipse.

A Usina GNA, em 2001 teve instalado o sistema de automação DK-200. Neste sistema a lógica de controle passou a ser distribuída com CLP em rede, comunicando com o supervisório desenvolvido pela equipe de engenharia da Copel no *software* Elipse através de *gateway*. Em 2014, foi atualizado para o novo sistema de automação DK-1000, desenvolvido com o *software* Elipse, porém com programação orientada a objeto.

As outras PCHs estão em processo de modernização para os próximos anos.

2.3 Operação Remota

A Copel GeT também foi pioneira no Brasil a implantar e operar de forma centralizadas suas usinas. Durante o ano de 2000 ocorreram os testes experimentais de supervisão remota, sendo a Usina GJR a usina elegida, cujo sistema já tinha sido concebido para ser operado de forma remota, seguida da Usina GBM e Usina GNB. Concluídos com sucesso os testes, em 23/01/2011 teve início a operação do COG, com teleoperação das Usinas GBM, GNB, GJR e DRJ. Na sequência, entraram em teleoperação as Usinas FCH (2002), GPS e MOU (2004), GNA e MUB (2005), SJR, SCL, SCP, FND, FNP, CHE (2006), APC e RPA (2009), MUA (2012) e a Usina CAS (2013).

Em 2014 foi criado o COGT unificando a operação dos ativos de geração e transmissão, através de um processo de mudança física de local e infraestrutura, ficando no endereço anterior um centro retaguarda, permitindo maior segurança operativa.

Neste ponto, convém destacar que um dos principais fatores que permitiram a integração das usinas ao COGT foi a infraestrutura óptica que a Copel Telecomunicações possui em todo o estado do Paraná, permitindo enlaces de comunicação com elevada confiabilidade e disponibilidade. Devido aos empreendimentos fora do estado, atualmente a Copel Telecomunicações está expandindo a infraestrutura e serviços para os outros estados do Brasil.

Na Tabela 3 é apresentado um resumo dos sistemas encontrados atualmente no parque gerador da Copel GeT.

Tabela 3: Resumo dos sistemas de automação presentes do parque de geração da Copel GeT.

Usina Hidrelétricas	Operação Comercial	Moderniz.	Supervisório	Nível 1	Operação Remota
Gov. Bento Munhoz da Rocha Neto (GBM)	1980	1998	VTs	Foxboro	2001
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (GNB)	1992	2006	VTs	Foxboro	2001
Gov. José Richa (GJR)	1999	2010	ABB 800xA	ABB	2001
Colíder (CLR)	2015	-	Elipse	Schneider	2015
Gov. Pedro Viriato Parigot de Souza (GPS)	1970	2012	DK-1000	Altus	2004
Guaricana (GNA)	1957	2014	DK-1000	Altus	2005
Cavernoso II (CAS)	2013	-	Elipse	Schweitzer	2013
Derivação do Rio Jordão (DRJ)	1997	2006	VTs	GE/Fanuc	2006
São Jorge (SJR)	1945	2004	DK-300	Altus	2006
Chopim (CIM)	1963	1996	PCH Control	-	-
Rio dos Patos (RPA)	1949	2001	DK-300	Altus	2009
Melissa (MEL)	1966	1995	DK-300	Altus	-
Salto do Vau (SVU)	1959	1994/2012	DK-300	Altus	-
Mauá (MUA)	2012	-	Elipse	Altus	(2012)
Baixo Iguaçu (BXI)	2017	-	Alstom	Alstom	-
Dona Francisca (DFR)	2001	-	Telegyr	GE/Fanuc	-
Santa Clara (SCL/SCP)	2005	-	iFIX	GE/Fanuc	2006
Fundão (FND/FNP)	2006	-	iFIX	GE/Fanuc	2006
Foz do Chopim (FCH)	2001	-	Elipse	Mauell	2002

Observa-se na Tabela 3 que o parque gerador da Copel GeT possui uma grande diversidade, englobando desde sistemas com desenvolvimento próprio, sistemas com SCADA e CLP e ainda sistemas do tipo DCS. Diante deste cenário, torna-se um desafio realizar a operação, manutenção e integração destas usinas ao COGT da Copel.

3.0 - FILOSOFIA DE AUTOMAÇÃO

Os sistemas em controle de tempo real (*Real Time Control Systems*), conforme descrito em (4), são desenvolvidos para atender as seguintes funcionalidades básicas:

- aquisição de dados;
- monitoramento e processamento de eventos;
- controle;
- arquivamento de dados para análise;
- suporte a decisões;
- emissão de relatórios.

Para o caso de plantas de energia, a implantação de um Sistema de Supervisão e Controle (SSC) com estas funcionalidades listadas deve proporcionar confiabilidade, estabilidade e segurança para a operação e manutenção da planta. Baseando-se neste princípio fundamental, "Operação e Manutenção Confiável, Estável e Segura", a Copel GeT está construindo e modernizando suas usinas hidrelétricas.

Adicionalmente, as plantas estão sendo projetadas para operação desassistida a partir do COGT, o que torna o SSC mais importante, devendo apresentar integridade, alta disponibilidade e confiabilidade. Neste caso, a operação a partir do COGT requisita todas as informações necessárias para possibilitar atuações corretas dos operadores e, sempre que possível, uma confirmação visual da planta, baseados em sistemas de Circuito Fechado de Televisão (CFTV).

Os principais pré-requisitos e pontos abordados para o SSC das usinas são:

- composição e independência do nível inferior (nível 1): Unidades de Aquisição de Dados e Controle (UACs), regulados de tensão e regulador de velocidade, sistema de proteção;
- utilização de protocolos de comunicação padronizados;
- nível superior (nível 2): estação de operação e gerenciamentos de dados
- rede de comunicação: entre os diversos equipamentos do nível 1 e o nível 2 através de conexão Ethernet e protocolos padronizados;

Além dos critérios do projeto do SSC, são exigências o atendimento às legislações e procedimentos do ONS, CCEE, Copel e COGT.

Durante as especificações do sistema, a Copel GeT detalha em documento os procedimentos a serem adotados no tratamento de eventos, alarmes, aquisição de dados, gráficos, relatórios, sequência de partida e parada, parada degradada, requisitos de comunicação e softwares, entre outros. Também descreve as características mínimas de equipamentos tais como as estações de trabalho, UACs, gerador padrão de tempo (GPS), sincronizador das unidades com a rede e detalhes de cabos e fibras ópticas.

A Copel GeT atua como Engenharia do Proprietário (EP) na construção de empreendimentos de geração e baseia-se em dois fundamentos: *know-how* da Copel, com mais de 30 anos construindo usinas hidrelétricas com elevados índices de qualidade; e a certificação ISO 9001 que a empresa possui para empreendimentos de engenharia. Somando-se a isso, e tão importante quanto, a atuação da própria Copel como EP garante que a obra siga os conceitos e os valores fundamentais da empresa.

Um dos aspectos fundamentais para a implantação de SSCs, tanto em novos empreendimento como em modernizações, é o fornecimento de treinamentos. Estes treinamentos devem ser ministrados para a equipe de engenharia e para as equipes de operação e manutenção da usina.

Convém destacar a importância da formação de um Grupo de Trabalho composto pelos setores de construção, operação e manutenção da área de Geração da Copel GeT (5). Embora com culturas diferentes, estas três áreas da Copel GeT tem propiciado excelentes resultados nos projetos e implantação da automação dos empreendimentos. O envolvimento das áreas ocorrem durante o projeto, montagem e comissionamento, porém é mais efetiva durante esta última. Como resultado, foi desenvolvido o padrão de identificação de pontos (TAGs e descritivos) do SSC (5). Estudos semelhantes foram realizados por outras empresas do setor elétrico, conforme mostrado em (6).

3.1 Arquitetura do Sistema de Supervisão e Controle

Para os SSCs implantados, são considerados quatro fundamentos básicos, listados a seguir:

- as proteções elétricas, mecânicas e hidráulicas, são realizadas de forma automática, permitindo uma operação segura das unidades geradoras;

Para atender estes fundamentos, e com base em (7, 8), a arquitetura deve prover ao SSC interface com os diversos sistemas da planta, como os sistemas auxiliares mecânicos; sistemas auxiliares elétricos; regulador de velocidade, atuadores, solenoides e controle de freio; regulador de tensão (excitação); monitoramento elétrico e mecânico; proteção; entre outros; e deve permitir algumas funções principais, como sequências de partida e parada das unidades geradoras, paradas de emergência e bloqueios, comutações, entre outros. Para isso, é necessária a integração de diversos sistemas ao SSC, de modo que o mesmo possa atuar de forma coordenada. Um exemplo de arquitetura de SSC é mostrado na Figura 1.

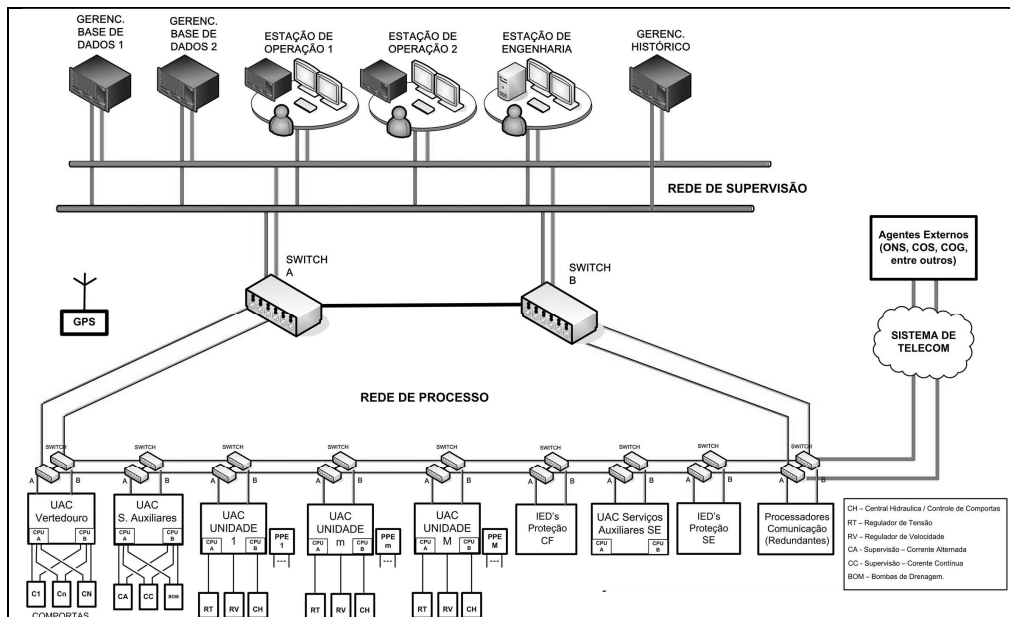


Figura 1 - Sistemas integrados ao SSC em projetos de automação.

A arquitetura do sistema compreende o nível 1 (UACs), nível 2 (supervisório) e nível 3 (acesso remoto, COGT, Centro de Operação da Transmissora Local e ONS). O nível 0 ou nível de processo e instrumentação não é contemplado na arquitetura do SSC, mas é parte essencial para o funcionamento do mesmo, pois suas informações são enviadas via fiação ou comunicação para os CLPs executarem o automatismo de controle dos equipamentos.

3.2 Nível 1 – Aquisição de Dados e Controle

No nível 1, as UACs formam subsistemas funcionalmente autônomos e independentes entre si e também independentes do nível superior (nível 2), no que se refere à execução das funções básicas de controle necessárias a operação correta e segura dos equipamentos associados.

Nesta arquitetura autônoma de controle das unidades geradoras, as lógicas de controle da unidade são executadas pela respectiva UAC, possuindo à parte apenas as lógicas de proteção, regulação de velocidade e de tensão e sincronismo.

Além das lógicas descritas, o controlador da UAC é responsável pela aquisição e envio de todas as informações monitoradas, tais como temperaturas, pressões, níveis e sinais digitais, para o sistema de supervisão através de comunicação direta tanto para o nível 2 como para o *gateway*, que o encaminhará para os centros remotos.

A eliminação das lógicas convencionais tem se mostrado importante, pois além de diminuir tempo de análise de projeto e retrabalho no painel, mostrou-se eficiente, pois mantém a segurança do sistema, o qual possui redundância para processos críticos.

A comunicação entre os subsistemas e o nível 2 (supervisório) deve ser realizada através de rede Ethernet, com preferência para protocolos abertos, como DNP 3.0 (9). Os subsistemas ainda disponibilizam todas as informações para o *gateway* de comunicação através de canais exclusivos.

3.3 Nível 2 – Supervisão e Controle

O Sistema de Supervisão é a conexão entre os operadores e os controladores, ou como comumente denominado Interface Homem Máquina (IHM). Sendo assim, o sistema deve ter como premissa criar condições de otimizar a operação, apresentando telas intuitivas e limpas.

Para a manutenção da usina, o Sistema de Supervisão tem a função de monitorar o desempenho dos equipamentos e sinalizar possíveis falhas que por ventura possam diminuir a disponibilidade das máquinas.

O arranjo (*layout*) da tela de operação está subdividida em três partes principais, conforme mostrado na Figura 2. Na sequência são explicadas estas três partes.

- Cabeçalho: posicionado nos 10% superiores da tela onde se encontra o logo da Copel, informações da tela exibida e valores instantâneos de tensão e potência das unidades geradoras. Também compõe ao cabeçalho os botões com os links para os diversos sistemas e funções especiais do supervisório tais como: voltar a tela anterior, legenda, *printscreen*, topologia, notas de operação, ferramentas de manutenção e abertura da segunda tela;
- Corpo: região central do layout onde são exibidas as telas;
- Rodapé: compões os 10% restantes da tela onde ficam posicionados os botões de navegação das telas do sistema selecionado. Também estão indicados o horário e a versão atual do sistema.

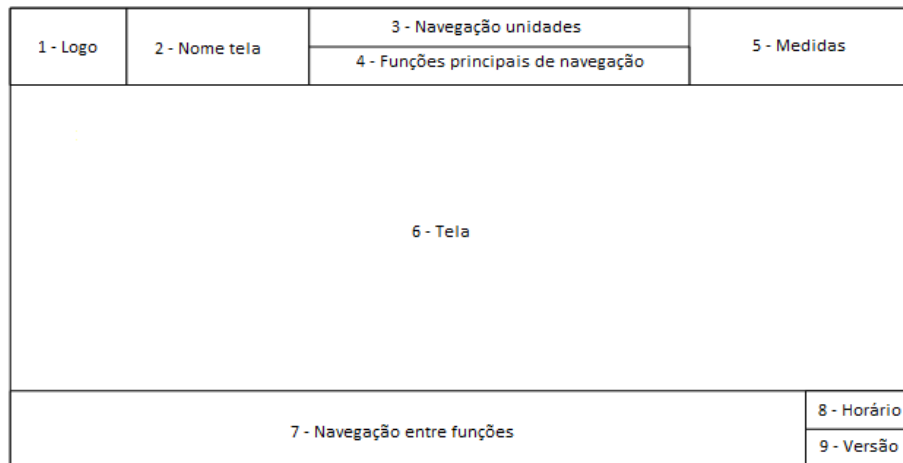


Figura 2 - Modelo de tela utilizado para o Sistema de Supervisão.

É importante também a definição de um número mínimo de telas essenciais, como por exemplo: lista de eventos/alarmes, unifilares, arquiteturas, partida e parada das unidades geradoras entre outras. Tão importante quanto, são as telas de históricos e gráficos, para permitir uma análise em tempo real e histórico do comportamento das variáveis da usina.

Padrões de cores para alarmes (ativos/inativos/reconhecidos) e eventos são importantes para auxiliar os operadores a identificarem alarmes e poderem atuar de forma mais eficaz (10). Outrossim, lembra-se da importância do alarme sonoro, conforme padronização vigente.

Além disso, de modo a propiciar conforto visual para os operadores, a Copel GeT realizou estudo e obteve padrões de cores de tela com fundos preto, com algumas restrições a alarmes do tipo “piscante”.

Dois conceitos importantes têm sido utilizados para eliminar poluição visual ao operador: primeiramente as telas do tipo *pop-up*. Estas telas abrem em primeiro plano ao se clicar em algum objeto que possua mais informações do que as exibidas na tela principal, como por exemplo, uma bomba de lubrificação. Isto torna as telas mais “limpas”, mas sem perda de informação. Outro ponto é utilizar principalmente as telas para mostrar medidas e estados dos equipamentos, deixando os alarmes para serem exibidos na lista de alarmes.

Um problema frequente que ocorre nas usinas da Copel, principalmente PCHs, é a alteração de níveis de alarmes de temperatura nos controladores do nível 0 e a mesma alteração não ser realizada no sistema de supervisão. A solução implementada atualmente elimina este problema visto que o sistema de controle recebe por comunicação, o valor ajustado em campo no controladores locais responsáveis pela supervisão das temperaturas dos

enrolamentos e mancais. Sendo assim qualquer alteração em campo tem seu ajuste realizado automaticamente no sistema de supervisão.

3.4 Nível 3 – Controle Remoto

A interface entre a usina e os centros de controle remotos, tanto do COGT como outros centros de operação remotos, é realizado através de processadores de comunicação (*gateways*), os quais recebem os dados diretamente a partir do nível 1 e os encaminha através de protocolos abertos sobre TCP/IP. Preferencialmente o controle remoto (nível 3) é independente do controle local (nível 2) da usina.

4.0 - ESTUDOS FUTUROS

A Copel GeT, em consonância com os programas de P&D da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e com as novas tendências tecnológicas, tem buscado otimizar os sistemas de automação e plantas de geração, aumentando sua disponibilidade e confiabilidade. Dentre os nichos de estudo, a Copel GeT tem interesse principalmente nos seguintes itens:

- PIMS (*Plant Information Management Systems*): visando aquisição de dados de processo de suas usinas, com armazenamento em banco de dados históricos, para disponibilização aos diversos níveis operacionais, técnicos e gerenciais da empresa.
- Processamento inteligente da base de dados: estudar a aplicação de técnicas de inteligência artificial aplicadas ao controle, operação e proteção de sistemas elétricos, em função das informações obtidas principalmente via PIMS.
- Redes de comunicação e redes sem fio: a utilização de redes de comunicação é ampla no meio industrial, porém há grande resistência à sua aplicação no meio de geração de energia hidrelétrica. A Copel GeT estuda esta aplicação, com redes do tipo AS-i, HART, Profinet, entre outros, visando obter diagnósticos e maior disponibilidade da planta. Redes de comunicação sem fio também são foco de interesse de pesquisa da Copel, sendo avaliadas a confiabilidade, autonomia e viabilidade financeira desta aplicação.
- IEC 61850: Como esta norma padrão já está amplamente utilizado em subestações, a Copel GeT segue os estudos da área, objetivando obter viabilidade técnica e financeira da aplicação desta norma em empreendimentos de geração.

5.0 - CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível contextualizar todo o desenvolvimento da Copel GeT na automatização de usinas hidrelétricas. Após a implementação destes vários conceitos apresentados, a Copel GeT tem observado uma rápida estabilização da taxa de falhas da usina (curva da banheira), e principalmente no que tange ao SSC, têm comprovado a viabilidade e as vantagens do novo conceito de SSC implantado.

Embora neste trabalho não foram apresentados dados quantitativos sobre o ganho obtido pela Copel GeT em função da automatização de suas usinas hidrelétricas, pode-se inferir qualitativamente que os projetos de automação realizados pela Copel GeT têm se mostrado eficazes em aumentar a confiabilidade de operação, manutenção e permitir a operação remota e desassistida com segurança.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) COPEL, <http://www.copel.com/hpcopel/geracao/informacoes.jsp>, acesso em 15/03/2015.
- (2) OLIVEIRA, E. G.; HERMELING, C.; HENKLEIN, E. D.; KINKERS, M.; Usina Hidrelétrica Foz do Chopim – UHE FCH – Sistema Digital de Supervisão e Controle – SDSC – Da Especificação à Operação Remota, III Simpósio sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, 2002.
- (3) TELLES, R. B.; OLIVEIRA, L. D.; Sistema de Supervisão e Controle da PCH Cavernoso II, ETGET 2014 - Encontro Técnico de Geração e Transmissão (COPEL), 2014.
- (4) NORTHCOTE-GREEN, James, WILSON, Robert; Control and automation of electrical power distribution systems. CRC Taylor & Francis, Ed. 1, 2007
- (5) OLIVEIRA, L. D., TELLES, R. B.; FUKUSHIMA, A. K., FLORES, J. C. D.; HERMELING, C.; SILVA, E.; DIOGO, N. M.; DARTORA, J.; BALDIN, A. R.; FISS, H.; TUYAMA, L. T.; Procedimento Padronizado para Definição de TAG's e Descritivos para Novos Projetos e Modernização de Usinas, ETGET 2014 - Encontro Técnico de Geração e Transmissão (COPEL), 2014.
- (6) HIGASHI, Sílvia Camões Costa; ANDRADE, Luís Francisco, HUMERES, Gonzalo; AZEVEDO, Ana Gabriela; ELETROSUL ELETROBRÁS – Concepção, Desenvolvimento e Configuração do Nível 2 de um Sistema Digital de Supervisão e Controle de Usinas Hidrelétricas – Uma Nova Realidade na ELETROSUL. XXI SNPTEE – Seminário Nacional de Produção, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica, 2011.
- (7) IEEE Power and Energy Society, IEEE Guide for Control of Hydroelectric Power Plants, agosto/2006
- (8) IEEE Power and Energy Society, IEEE Guide for Control of Small (100 kVA to 5 MVA) Hydroelectric Power Plants, abril/2012

(9) CLARKE, Gordon; REYNDERS, Deon; Modern SCADA Protocols: DNP3, IEC 60870.5 and Related Systems. Newnes Elsevier, 1 ed., 2004.

(10) COPEL GET, Padrão de Representação de Alarmes em Sistemas Supervisórios, 2013.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Leonardo Dagui de Oliveira é natural de Cornélio Procopio/PR. Nascido em 05 de agosto de 1983, concluiu o curso de graduação em Engenharia Elétrica (modalidade Eletrônica) e tornou-se mestre em Engenharia Elétrica Universidade Estadual de Londrina em 2005 e 2007, respectivamente. Desde 2013 está trabalhando em sua tese de doutorado, junto à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Trabalha desde 2010 na Companhia Paranaense de Energia Elétrica – Geração e Transmissão (Copel GeT), onde acumula a experiência no desenvolvimento de especificações, projetos, inspeções e comissionamento para a construção e modernização de vários empreendimentos hidrelétricos e termelétricos de geração. Possui como áreas principais de atuação Sistema de Supervisão e Controle, Sistema de Telecomunicação, Sistemas de CFTV, Sistema de Medição para Faturamento e Sistemas de Regulação. Possui diversas publicações em congressos e periódicos nacionais e internacionais. E-mail: leonardo.oliveira@copel.com.

Claudio Hermeling, natural de Porto Alegre/RS. Nascido em 10 de janeiro de 1966. Formação técnica em Eletrônica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSUL) em 1990, graduação em Informática pelo Centro Universitário Franciscano do Paraná (UNIFAE) em 2008, Especialista em Automação industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2012. Trabalha, desde 1990, na Copel Geração e Transmissão SA (Copel GeT). Experiência na área de usinas hidrelétricas, com ênfase em regulação, automação eletrônica e sistemas digitais, atuando em: Reguladores eletrônicos de velocidade e tensão, controles digitais, controladores lógicos programáveis, comunicação de processos, equipamentos de informática, redes de automação, sistema de Circuito Fechado de TV (CFTV), sistemas de supervisão e controle, sistemas operacionais, banco de dados, programação de sistemas projeto e comissionamento de sistemas para usinas hidrelétricas e centros de operação, treinamentos de automação. Experiência em educação (professor) na área de informática. Participação no comissionamento da Usina de Segredo, Jordão e Salto Caxias. Participação na etapa de especificação, análise das propostas de fornecimento, *workstatement*, desenvolvimento do sistema de controle, montagem e comissionamento em fábrica e em campo da Usina Foz do Chopim. Participação, desde o ano de 1997, nos projetos de modernização e automação das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) da Copel GeT como desenvolvedor de *software* supervisor e programação das controladoras. Participação na montagem do Centro de Operações da Geração (COG) e modernização do centro e junção do COG com a operação da Transmissão, resultando na criação do Centro de Operação da Geração e Transmissão (COGT). Diversas publicações em congressos e seminários nacionais. Publicação na revista: O setor elétrico. E-mail: hermeling@copel.com

Élio Daniel Henklein é natural de Jaraguá do Sul/SC. Nascido em 18 de junho de 1950, concluiu o curso de graduação em Engenharia Elétrica (modalidade Eletrônica e Telecomunicações) pela Faculdade de Engenharia de Joinville em 1976. Foi admitido na Companhia Paranaense de Energia Elétrica – Geração e Transmissão (Copel GeT) em 1978 com o objetivo de participar da equipe de engenharia para a implantação da Usina Hidrelétrica de Foz do Areia. Participou da implantação dos Sistemas de Supervisão, Controle, Proteção, Telecomunicações e de Segurança das usinas Foz do Areia, Segredo, Derivação do Rio Jordão, Salto Caxias, Dona Francisca, Foz do Chopim, Santa Clara, Fundão e Mauá, na maioria dos projetos nas etapas de concepção, especificação, análise das propostas de fornecimento, *workstatement*, montagem e comissionamento em fábrica e em campo até 2009. Foi professor para cursos de graduação na SPEI-Sociedade Paranaense de Ensino e Informática e na Universidade Federal do Paraná. Desde 2010 presta serviços de consultoria técnica das áreas Supervisão, Controle, Proteção, Telecomunicações, Segurança (CFTV) e automatização de instrumentação de barragem para o CECS-Consórcio Energético Cruzeiro do Sul e outras empresas do setor. Tem trabalhos publicados em vários congressos e seminários nacionais. E-mail: elio.henklein@gmail.com.