



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

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO - XV

GRUPO DE ESTUDO DE SISTEMAS E INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÃO PARA SISTEMAS ELÉTRICOS - GTL

SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE INFRAESTRUTURA DE TELECOMUNICAÇÕES DA CEEE-GT

**Diogo da Silva Costa
CEEE-GT**

**Fabício Oliveira Lucena
CEEE-GT**

**André Luis Silveira Fraga
CEEE-GT**

RESUMO

O presente trabalho apresenta o projeto, em desenvolvimento na CEEE-GT, de modernização do Sistema de Supervisão e Controle de Infraestrutura das Estações de Telecomunicações. O projeto, desenvolvido internamente, deve implementar um novo sistema para substituir o atual, que encontra-se obsoleto, mantendo as mesmas funções de telessupervisão e telecomando, e agregando novas funcionalidades.

O sistema projetado é baseado em Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e utiliza a rede IP e o protocolo *Modbus* na comunicação entre as estações. O projeto contempla também a implantação de um centro de operação e supervisão na Sede da companhia.

PALAVRAS-CHAVE

Telecomunicações, Supervisão de Infraestrutura, Automação, *Ethernet*, *Modbus*

1.0 - INTRODUÇÃO

Para garantir os requisitos de telecomunicações nas Subestações Energia Elétrica, as concessionárias possuem um número considerável de estações repetidoras de comunicações (de radiofrequência e fibra ótica). Para o perfeito funcionamento do conjunto destas instalações, torna-se necessária a existência de um sistema integrado de supervisão e controle desta infraestrutura de telecomunicações. Este sistema deve permitir acesso às informações das estações remotas num centro onde com auxílio de uma ferramenta de *software* seja possível realizar diagnóstico da situação e realizar intervenções ou manutenções necessárias.

A Supervisão de Infraestrutura consiste no monitoramento e medição, das informações relativas ao funcionamento da estação, tais como: temperatura ambiente, tensões e correntes nos equipamentos, bancos de baterias e sinalização de alarmes diversos. Através da supervisão é possível realizar o acompanhamento dos eventos e programar ações visando eliminação de possíveis falhas, corrigir vícios das equipes de manutenção e identificar elementos do sistema que apresentem mau funcionamento.

A parte de Controle deve executar as funções de acionamento de grupos geradores, sirenes, balizamento da torre de comunicação e telecomando de equipamentos de tráfego de dados e climatização. Ou seja deve permitir a rápida intervenção no sistema existente realizando ações corretivas e contingenciais de forma a manter o sistema em funcionamento até que as equipes de manutenção cheguem aos locais remotos para resolver os problemas.

A CEEE-GT possui uma planta de cerca de 40 estações de comunicações espalhadas pelo estado de Rio Grande do Sul. Muitas destas são atualmente supervisionadas através de um sistema implantado nas décadas de 70 e 80, durante a instalação dos sistemas SHF, baseado em comunicação serial e modems de baixa velocidade. Sistema

este, que se encontra defasado tecnologicamente, sem peças de reposição e sem possibilidade de atualização ou ampliação.

De modo a possibilitar uma supervisão mais eficiente dos equipamentos digitais de comunicação, foi projetado um sistema denominado SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE TELECOMUNICAÇÕES (SSCT), para substituição do sistema atual, obsoleto.

2.0 - O SISTEMA ATUAL

Atualmente a CEEE-GT utiliza um Sistema *Moore Systems*, instalado em 1977 (*Rockwell/Collins* Radio) juntamente com um sistema de microondas que efetua a comunicação entre as subestações de energia. Este sistema é composto por uma estação master e diversas estações remotas, que se comunicam de forma serial (protocolo RS232C), através da rede analógica de microondas.

A estação master, localizada na sede e composta por um modem analógico e dois computadores (principal e reserva), possui um Sistema Supervisório operando em cima do sistema operacional DOS. Neste supervisório são visualizados os alarmes das estações e realizados alguns comandos de equipamentos e do grupo motor-gerador.

As estações remotas possuem relés para acionamentos e entradas de contato seco para os alarmes dos equipamentos e sensores. Possuem também, um modem para comunicação com o sistema de rádio. Estas placas eletrônicas, são todas compostas por componentes discretos montadas em placa de circuito impresso.

Estes equipamentos encontram-se em final de vida útil, sendo cada vez mais raro encontrar peças sobressalentes para a manutenção das placas, já que são compostas basicamente por componentes discretos. Entretanto, este sistema é de vital importância para a gerência da rede e consequentemente do sistema elétrico. Em virtude de tal importância, foi proposto um novo sistema mais moderno e que atendesse às necessidades atuais e futuras da área de telecomunicações da empresa.

3.0 - O SISTEMA PROPOSTO

3.1 Planejamento e Definições do Projeto

A primeira etapa do planejamento do projeto foi a identificação das estações que seriam contempladas com os novos equipamentos e quais sinais seriam monitorados.

Como a maioria das subestações já possui equipamentos de comunicação digital ou encontra-se em fase de digitalização, e os multiplexadores podem ser equipados com placas de interfaces de alarmes e acionamentos, optou-se por limitar este projeto às estações repetidoras de radiofrequência. Estações Repetidoras que se localizam, em muitos casos, em locais de difícil acesso e não são visitadas diariamente, necessitando obrigatoriamente de um sistema que a monitore 24 horas por dia. Também porque os equipamentos de rádio encontrados nestas estações possuem poucas interfaces de alarmes inviabilizando um monitoramento através destes equipamentos.

Como muitas das estações possuem grupos moto-geradores e estes, por sua vez, possuem controladores também em final de vida útil estabeleceu-se que a solução deveria contemplar também a modernização das Unidades de Supervisão e Controle de Corrente Alternada (USCA's) das repetidoras.

Neste contexto, optou-se pela utilização de Controladores Lógicos Programáveis (CLP's). Esta escolha foi baseada nas características dos equipamentos de mercado, que possuem, além de entradas e saídas digitais e analógicas, portas de comunicação serial (RS 232 e RS 485) e Ethernet, e IHM (Interface Homem Máquina – botões e *display*). Estas facilidades possibilitam operação local e integração com sistemas de comunicação disponíveis tanto nas estações novas (digitais com rede IP) quanto nas antigas (com sistema analógico através das interfaces seriais).

Também contribuiu para a opção por CLP's, e não por soluções prontas, o fato de estes possuírem linguagens de programação padronizadas (IEC 61131-3) e versáteis, que facilitam a configuração dos equipamentos de acordo com as necessidades das estações e também pelo fato de os mesmos apresentarem a possibilidade de implementação em diferentes modelos e marcas de equipamentos. Outro ponto importante é a possibilidade de utilizar o mesmo tipo de equipamento para a supervisão de alarmes e para o acionamento e controle de grupos moto-geradores. Tarefa esta, que exige uma versatilidade e robustez maior em termos de *hardware* e *software* do controlador, e que não é encontrada normalmente em soluções comerciais.

A TABELA 1 ilustra os grupos de sinais mapeados e que devem ser monitorados pelo sistema:

Tabela 1 – Sinais Monitorados

Sinais Digitais	Sinais Analógicos
Sensor de Porta	Tensão AC
Alarmes do Retificador	Tensão 48Vcc
Alarmes dos Rádios	Corrente em 48 Vcc para consumidores
Ar Condicionado	Corrente em 48 Vcc para as baterias
	Temperatura

A etapa seguinte, foi a pesquisa de *softwares* SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), que melhor se adequassem as necessidades de gerenciamento de elementos de rede. O *software* desejado deveria apresentar flexibilidade e facilidade de operação, além de possuir recursos de banco de dados para histórico de eventos, visualização via rede, redundância de operação e armazenamento informações.

Uma das necessidades do sistema e que o *software* deveria proporcionar, é a possibilidade de o mesmo ser acessado remotamente através da rede, de forma a facilitar o trabalho dos plantonistas na tarefa de avaliação de alarmes e eventos nas estações monitoradas.

A topologia do sistema projetado é do tipo radial (Ver Figura 1) com todas as estações se comunicando com a sede, seja através de *Switches Ethernet* ou em cascata nas rotas em que rede *Ethernet* não esteja ainda disponível. Neste último caso, o equipamento do fim da cascata deve se comunicar através da rede *Ethernet* com o centro de operações. Ou seja, o sistema é baseado em rede IP e vai utilizar a infraestrutura da Rede *Gigabit Ethernet* da Companhia.

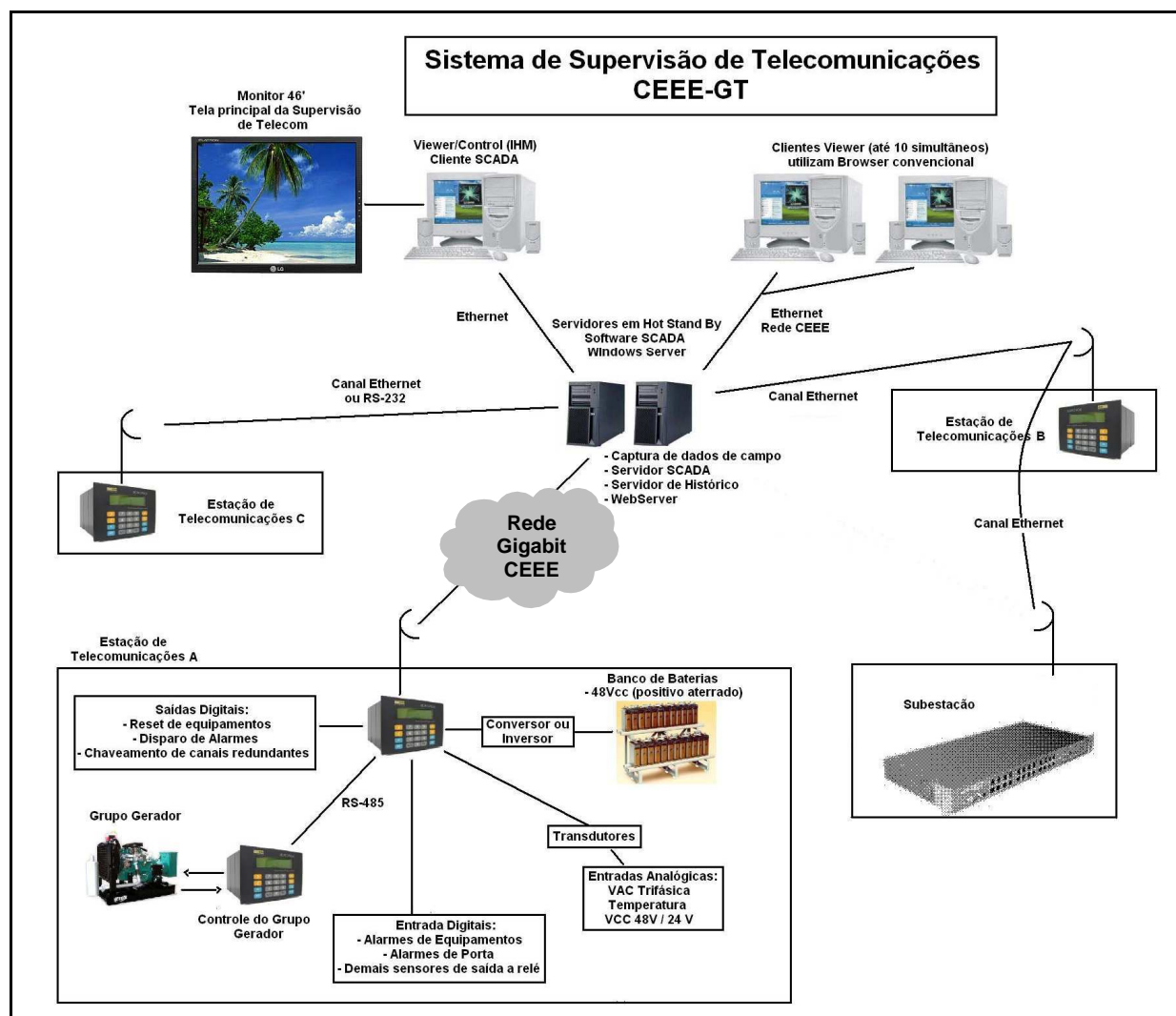


FIGURA 1 – Topologia da Rede Proposta

Na sede, foi instalado um Centro Integrado de Supervisão e Controle de Telecomunicações, com redesenho da atual sala de Supervisão. Para este Centro, foram especificados servidores redundantes (um principal e um reserva em *Hot Stand-by*) para processamento das aplicações do Supervisório, e um servidor de banco de dados que também realiza a função de *Webserver*, possibilitando acesso remoto aos clientes do aplicativo através de *browser* internet.

Dentro da sala de supervisão, a visualização do status do sistema será realizada através de dois monitores de 46 polegadas adquiridos especificamente para esta tarefa.

3.2 As Unidades de Supervisão e Controle de Corrente Alternada

Pelo motivo de também estarem obsoletas, as Unidades de Supervisão e Controle de Corrente Alternada (USCA) foram inseridas no contexto deste projeto.

O controle dos grupos moto-geradores exige equipamentos robustos e um sistema de alta confiabilidade. Itens que foram considerados nas especificações dos CLP's, servidores, transdutores e do *software* SCADA.

Foi realizado um trabalho de mapeamento de todos os sinais de interface do grupo gerador para sua posterior inserção no *software* de automação a ser desenvolvido para os CLP's.

A supervisão e controle de grupos moto-geradores, exige a leitura de parâmetros como tensão e frequência da rede de energia da estação, bem como acionamento de dispositivos externos tais como motor de arranque e válvula solenóide de parada do motor.

A operação de uma unidade de supervisão de corrente alternada é um tanto crítica, por estar sujeita à variações imprevistas da rede de alimentação CA, por trabalhar remotamente, sem a supervisão humana local, e por implicar em acionamento de uma máquina eletromecânica externa, que estará em algum momento sujeita à manutenção preventiva e a eventuais paradas de emergência devido à alguma falha no sistema mecânico. O sistema, portanto, deve possuir alta confiabilidade de operação, o que implica em extrema confiabilidade na leitura de parâmetros e no acionamento de elementos externos. Para efetuar tais leituras e acionamentos, optou-se por utilizar transdutores de fabricantes industriais, devido à confiabilidade dos dispositivos e também pela facilidade de substituição em caso de manutenção, já que são encontrados facilmente para aquisição no comércio.

Do mesmo modo que na USCT, todos os parâmetros monitorados pela USCA, serão monitorados remotamente pelo sistema SCADA, ver Tabela 2.

Tabela 2 – Sinais da USCA

Sinalização de rede		Sinalização grupo gerador	
Leitura	Acionamento	Leitura	Acionamento
Tensão	Liga / Desliga contator	Tensão	Partida motor
Frequência	Sinalização luminosa e sonora local	Frequência	Parada motor
Corrente de consumo		Corrente de consumo	Liga / desliga contator
Contator fechado / aberto		Temperatura do motor	Sinalização luminosa e sonora local
		Rotação do motor	
		Nível de combustível	
		Contator fechado / aberto	

3.3 Execução do Projeto

Uma vez definidos os requisitos gerais do sistema, foram definidas duas unidades funcionais: a Unidade de Supervisão e Controle de Telecomunicações (USCT) e a Unidade de Supervisão de Corrente Alternada (USCA).

Estas duas unidades seriam responsáveis respectivamente pela supervisão e controle da infraestrutura das estações e pela supervisão e controle dos grupos moto-geradores destas estações. Estas unidades serão desenvolvidas uma em cada etapa do projeto.

Devido à necessidade mais urgente do sistema de supervisão (USCT), foi definido no início do projeto, que esta teria prioridade no seu desenvolvimento e testes, e que o desenvolvimento do módulo de supervisão de corrente alternada (USCA), seria iniciado somente durante a fase de implementação da USCT, que será realizada pela equipe de manutenção de telecomunicações.

Para visualização de todas as partes do projeto e descrição das atividades e foi montado um Mapa de Recursos (ver Figura 2) onde foi detalhada a Estrutura do Projeto.

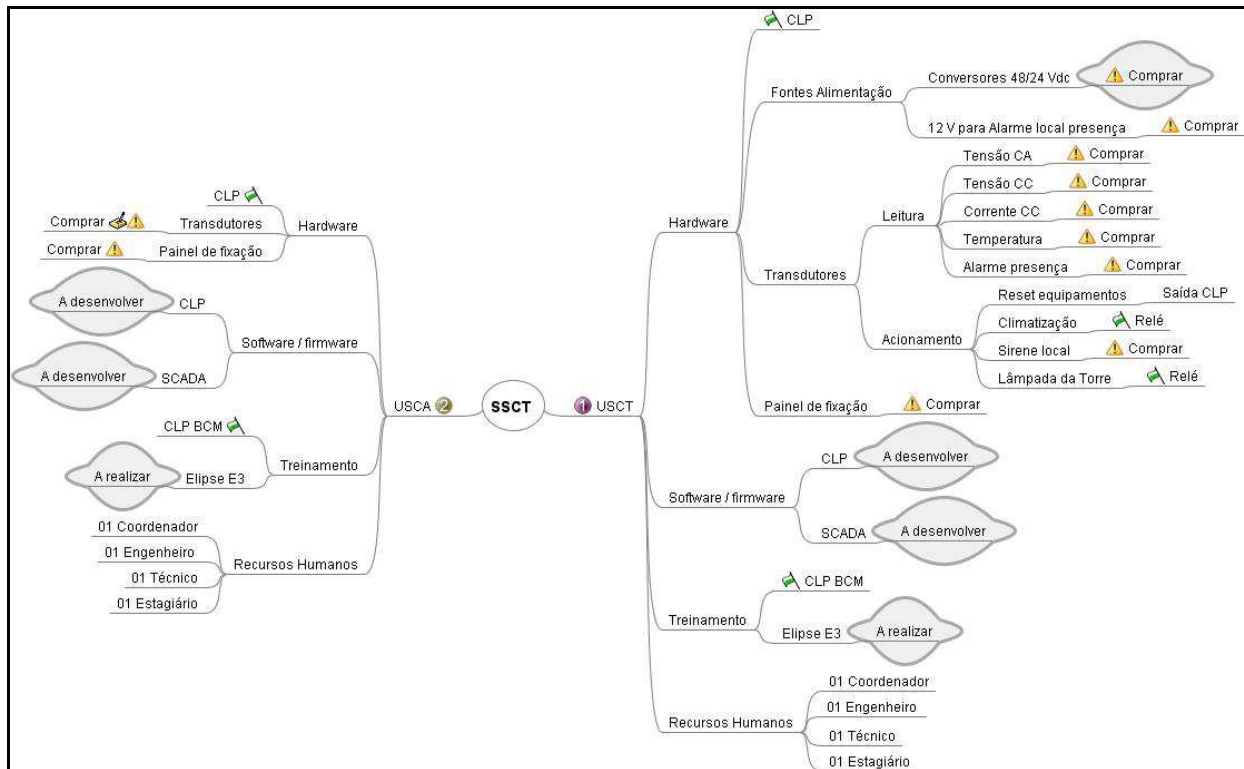


FIGURA 2 – Mapa do Projeto

Com auxílio do mapa de recursos foi montado o cronograma geral de implantação do sistema. Para validar o projeto, foi especificada uma unidade protótipo com funcionalidades reduzidas (ver figura 3) enquanto os materiais e equipamentos necessários à construção do módulo completo estiverem em processo de aquisição.

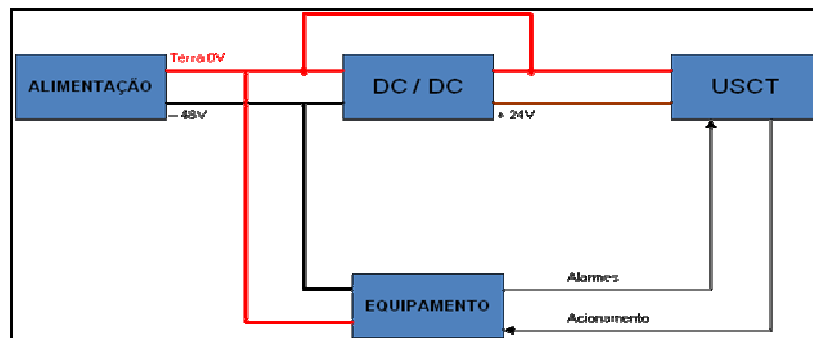


FIGURA 3 – Esquema de Ligação

Durante a etapa de testes, o protótipo será primeiramente montado em bancada, onde passará por um *debug de software e hardware*, com a simulação aleatória de todos os eventos e alarmes, bem como testadas todas as possíveis falhas de sinalização e comunicação. Aprovado, será instalado em uma estação repetidora estratégica, localizada perto da sede de operação e manutenção, onde se iniciará a fase final de testes, com o equipamento trabalhando em condições reais de funcionamento. Paralelamente ao início desta, será iniciada a fase de implementação das USCT's nas estações definidas inicialmente.

Será desenvolvido também um protótipo do sistema Supervisório (ver figura 4) para desenvolvimento das funcionalidades e realização dos testes de comunicação. Comunicação que contará com uma rede exclusiva dentro de *vlan (Virtual Lan)* específica na rede *Gigabit Ethernet*, a fim de garantir a segurança e a confiabilidade no transporte das informações entre as estações e o centro de supervisão. Todos os *switches* das estações monitoradas terão uma porta habilitada nesta *vlan* de gerenciamento para este sistema e os servidores do sistema também farão parte desta rede.

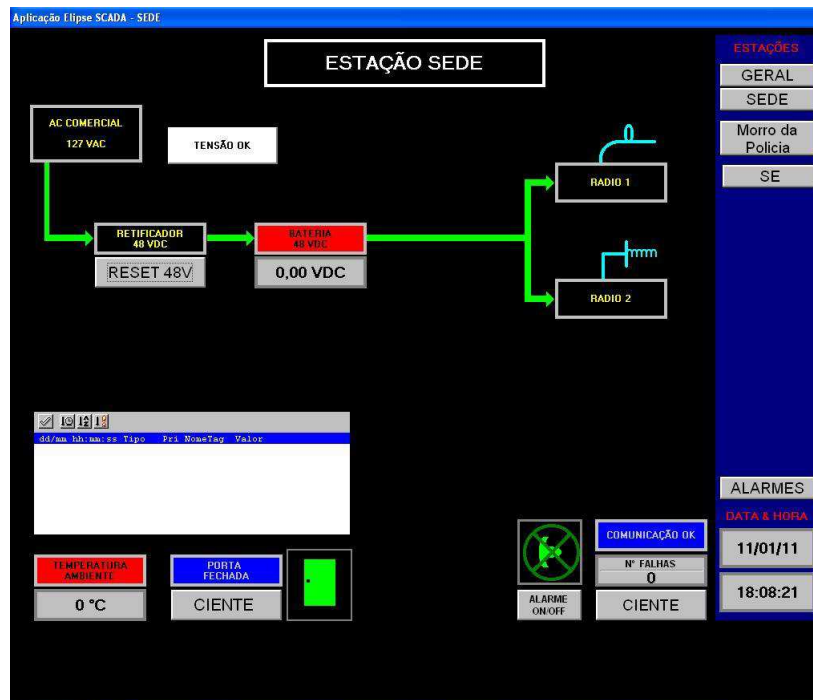


FIGURA 4 – Tela Protótipo do Supervisório

O servidor de *Webserver* será responsável pela disponibilização, dentro da rede corporativa da empresa, dos dados das estações, com limitações de comando e visualização através de senhas de níveis de usuários. Os servidores do SCADA vão operar em plataforma Windows Server e realizarão a varredura dos equipamentos através do protocolo Modbus-TCP.

A unidade de Supervisão e Controle de Corrente Alternada (USCA), passará pelas mesmas etapas de desenvolvimento e testes definidas para a USCT. Será constituída pelo mesmo modelo de CLP definido para o módulo de supervisão de alarmes.

Utilizando-se da mesma sistemática empregada anteriormente, será montado um protótipo para os testes de bancada e *debug de software e hardware*. Serão efetuados os testes de robustez de operação, e instalação na estação piloto para testes em condições reais, e finalmente, a implementação nas estações de destino.

Esta USCA terá que se comunicar com a USCT. Esta comunicação será realizada através das interfaces RS-485 dos CLPs e utilizará o protocolo Modbus RTU.

As duas Unidades terão funções para operação local dos equipamentos das estações via IHM. Esta funcionalidade, na USCT vai permitir que se reconheça e iniba alarmes, e permita acesso a controles a acionamento de equipamentos. Já na USCA vai permitir a operação manual do grupo moto-gerador com precisão e segurança e permitir que se verifique rapidamente o estado dos geradores (nível de combustível e óleo, histórico de acionamentos e manutenções).

As figuras a seguir (figuras 5 e 6), mostram a giga de teste montada para a USCT, assim como a visualização do protótipo do supervisório no Centro de Supervisão e Controle de Telecomunicações. Os protótipos descritos acima (hardware e software) estão em fase final dos testes de bancada, já estando aptos a serem testados em estações reais.

Um das metas do projeto é iniciar a substituição gradativa dos equipamentos e o sistema antigos pelo sistema em desenvolvimento, ainda em 2011. Com esta migração será possível, através do histórico, correlacionar condições ambientais à ocorrência de falhas e eventos do sistema, além de auxiliar no planejamento da manutenção das estações, e na melhoria dos projetos de infraestrutura. Após implantação deste sistema, o próximo passo será a integração deste com sistemas de alarme, prevenção de incêndio e câmeras de vigilância.

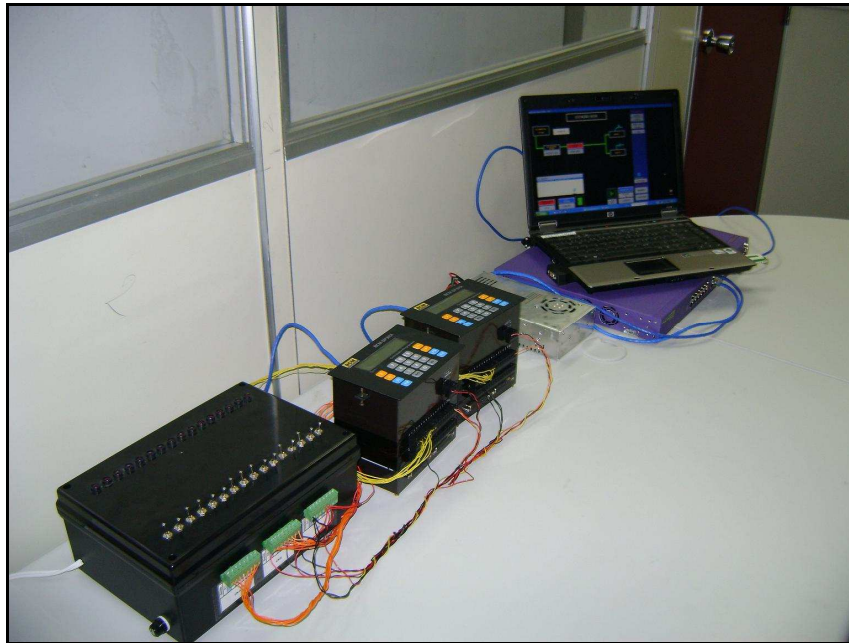


FIGURA 5 – O Protótipo USCT em bancada de testes



FIGURA 6 – O Centro de Supervisão e Controle

4.0 - CONCLUSÃO

Este projeto contribui para a modernização da planta de equipamentos de telecomunicações da CEEE-GT. O novo sistema mostra a convergência das novas tecnologias para a plataforma IP, o que é uma tendência dos equipamentos industriais.

Depois de implantado, este sistema vai aumentar a confiabilidade do sistema de telecomunicações, já que o sistema atual com equipamentos e sistemas obsoletos finalmente será substituído. As Estações Repetidoras terão uma supervisão com maiores funcionalidades e maior controle dos equipamentos instalados. Estas funcionalidades vão auxiliar os serviços de manutenção, que ganharão em agilidade nas intervenções em estações remotas.

Este trabalho colabora também para o crescimento pessoal das equipes de engenharia e manutenção, que passam a desenvolver equipamentos e sistemas, se inserindo em um ambiente de *software* e *hardware* utilizado em larga

escala na indústria. Este desenvolvimento próprio, apesar de mais trabalhoso, traz como retorno o conhecimento e controle total sobre o sistema. Desta forma o sistema poderá ser adaptado mais facilmente às características das estações e às necessidades operacionais da empresa. Futuramente este sistema poderá integrar diversas aplicações disponíveis em redes IP como gravação de vídeo e segurança patrimonial.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MOORE SYSTEMS INC, System AL Remote Manual, 1977
- (2) TMN TECHNOLOGIES, Manual de Operação, Manutenção e Instalação da Remota UTR-2002, Ver 4, 2001
- (3) TELEBRÁS, Projetos de Sistemas de Telessupervisão – 250-001-600 – Sistema de Práticas Telebras, 1982
- (4) TELEBRÁS, Especificações Gerais para Sistemas de Supervisão de Automação de Infra-estrutura – 240-550-706 – Sistema de Práticas Telebras, 1997
- (5) TELEBRÁS, Especificações Gerais Unidade de Supervisão de Corrente Alternada (USCA), Quadro de Transferência automática (QTA), e Quadro de Serviços Auxiliares (QSA) Tipo 1 – 240-475-701 – Sistema de Práticas Telebras, 1997
- (6) Teleco.com – “Seção: Tutoriais Infraestrutura para Telecomunicações” – disponível em: < <http://www.teleco.com.br> > - acessado em 12/2010

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Diogo da Silva Costa

Nascido em Porto Alegre, RS em 24 de julho de 1982.

Formado em Engenharia Elétrica pela UFRGS em 2005.

Empresa: CEEE-GT desde 2006.

Chefe do Departamento de Engenharia e Projetos de Telecomunicações.



Fabricio Oliveira Lucena

Nascido em Pelotas, RS em 13 de janeiro de 1975.

Formado em Engenharia Elétrica pela UCPEL em 2006.

Empresa: CEEE-GT desde 2009.

Atua no Departamento de Engenharia e Projetos de Telecomunicações.

André Luis Silveira Fraga

Nascido em Porto Alegre, RS, em 18 de setembro de 1985.

Técnico em Eletrotécnica pela Escola Técnica Estadual Parobé (2008).

Técnico em Mecatrônica pelo SENAI Ney Damasceno Ferreira (2003).

Empresa: CEEE-GT, desde 2008.

Atua no Departamento de Engenharia e Projeto de Telecomunicações.