

O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB APLICADO AO CONTROLE E SUPERVISÃO DE UM BAY DE SAÍDA DE LINHA COMO ELEMENTO MOTIVADOR PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Lázaro Eduardo da Silva¹; Ulisses Chemin Netto; Juliano Coelho Miranda; Mário Oleskovicz; Denis Vinicius Coury

¹ Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Laboratório de Sistema de Energia Elétrica
Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Centro
13.566-590 - São Carlos, SP, Brasil
lazarodu@gmail.com, uchenin@sel.eesc.usp.br, coelhojm@sel.eesc.usp.br,
olesk@sel.eesc.usp.br, coury@sel.eesc.usp.br

Resumo: *O presente artigo relata um experimento laboratorial realizado com o uso de ferramentas Web gratuitas (Hypertext Preprocessor (PHP), JavaScript, Asynchronous JavaScript And XML (Ajax), JQuery e MySQL), para desenvolvimento de um sistema aplicado ao controle, supervisão de estado (aberto/fechado) de equipamentos, registro de informações históricas da operação e anúncio de eventos para um Bay típico de saída de linha, com objetivo de empregá-lo na graduação de engenharia elétrica, disciplina de proteção, como ferramenta didática desenvolvida pela pós-graduação, motivadora de conteúdos multidisciplinares. O sistema em questão foi aplicado sobre uma rede Intranet, sendo que a interface com o usuário é portátil para diversos browsers. Os resultados obtidos são promissores e indicam a relevância do uso das tecnologias Web para supervisão e controle do sistema elétrico de potência (SEP), além de fornecer uma proposta de preparação, desenvolvimento e conclusão de aulas, que possibilite uma abordagem deste trabalho.*

Palavras-chave: *Sistemas elétricos de potência, Supervisão, controle, Ferramentas web, Comunicação de dados.*

1 INTRODUÇÃO

A busca por excelência no ensino brasileiro é uma constante para os diversos níveis de educação formal existentes, sejam eles o fundamental, médio, tecnológico ou superior. Em relação ao ensino superior, tanto na graduação quanto na pós-graduação, sua qualidade configura-se em questão central, onde temas correlatos como motivação, princípios e métodos de educação e instrução (pedagogia), didática aplicada ao ensino, métodos de avaliação, consonâncias com as demandas do mercado de trabalho contemporâneo e evasão determinam a tônica das investigações acerca da qualidade do ensino ministrado/preendido.

Posto tal contexto torna-se premente o estabelecimento de estratégias e ações que visem a alcançar o objetivo precípuo da qualidade no ensino. Para tanto, uma conveniente experimentação é proposta, a saber: o envolvimento dos alunos de pós-graduação com os alunos de graduação.

O curso das pesquisas desenvolvidas no âmbito da pós-graduação pode atingir mais do que as metas propostas pelos pesquisadores. Associados aos resultados desejados a princípio, com o devido planejamento e trabalho, podem-se obter outros, tão relevantes quanto sob o ponto de vista da construção do conhecimento discente, a prática orientada da docência. Para tanto, é necessário o estabelecimento pelas instituições de ensino, de um programa formal de participação dos alunos de pós-graduação, ou uso de programas já existentes, nesse processo de interação com a graduação, para que o mesmo ocorra de forma orientada/adequada.

Neste íterim, o presente artigo relata um experimento laboratorial realizado com o uso de ferramentas *Web* gratuitas, como por exemplo, PHP (*Hypertext Preprocessor*) e *JavaScript*, para o desenvolvimento de um sistema aplicado ao controle, supervisão de estado (aberto/fechado) de equipamentos, registro de informações históricas da operação e anúncio de eventos para um *Bay* típico de saída de linha. O sistema em questão foi aplicado sobre uma rede *Intranet*, sendo que a interface com o usuário foi implementada através de um *browser*. O sistema desenvolvido foi testado a partir da aplicação de controle de *Bay* apresentada por Miranda, *et. al.* (2007), no decorrer da pós-graduação (mestrado em engenharia elétrica), Laboratório de Sistema de Energia Elétrica (LSEE), na Escola de Engenharia Elétrica de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP).

Concluído o mesmo, o passo seguinte foi prepará-lo em uma formatação pertinente a compor um conjunto de aulas expositivas e práticas com um enfoque multidisciplinar, objetivando despertar o interesse dos graduandos acerca dos vários temas e tópicos envolvidos nessa pesquisa, como, por exemplo, o uso das ferramentas *Web* como alternativa ao desenvolvimento de um sistema de controle e supervisão, aplicado ao ambiente proposto, e o devido esquema de ensaio para transformação da teoria em prática, dentro dos laboratórios de proteção elétrica.

1.1 Demandas para Supervisão do Sistema Elétrico de Potência

Pelo panorama atual, tem-se que no ano de 2008 o Brasil conta com 1.694 empreendimentos de geração de energia elétrica em operação, perfazendo um total de 100.633.094 kW de potência, 86.229 km de redes de transmissão, em diversos níveis de tensão, e 434 subestações no sistema de transmissão de energia elétrica (ANEEL, 2008; ONS, 2008). Cabe dizer, que o caso brasileiro é único em características e tamanho no mundo, sendo um sistema hidrotérmico, com predominância de usinas hidroelétricas e com diversos proprietários (ONS, 2007). Em função dessas singularidades foi criado o Sistema Interligado Nacional (SIN), formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte, que possui como objetivo garantir a intercambialidade da energia gerada nas várias usinas do sistema para as diversas regiões consumidoras. O SIN está sob o controle de um órgão gerencial chamado Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o qual, por sua vez está sob fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para que o SIN possa ser operado de forma segura e pertinente, uma série de informações sobre o mesmo é requisitada pelo ONS. A Tabela 1 apresenta, de forma resumida, a quantidade de informações de interesse solicitadas pelo ONS (BOSCO, 2005).

Tabela 1 - Volume de Informações que chegam aos Centros de Operação.

Centro Regional de Operação do Sistema Elétrico (COSR)	Volume de Informações
COSR-SE (Sudeste)	Pontos Digitais: 34.000 Pontos Analógicos: 7.100
COSR-NE (Nordeste)	Pontos Digitais: 22.964 Pontos Analógicos: 3.977
COSR-N (Norte)	Pontos Digitais: 1.263 Pontos Analógicos: 7.512
COSR-S (Sul)	Pontos Digitais: 20.300 Pontos Analógicos: 7.100
Centro Nacional de Operação do Sistema Elétrico (CNOS)	Pontos Digitais: 26.179 Pontos Analógicos: 13.201

A obtenção de tais informações é feita através de um sistema de automação (SA), o qual tem como função maximizar a capacidade operacional do SIN, visando à qualidade do serviço prestado, eficiência e redução de custos. Tal SA é formado por um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com eficiência pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam (ONS, 2003). Para que tal volume de informações, visto na Tabela 1, possa ser utilizado de forma produtiva pelo ONS é necessário que estruturas computacionais e de comunicação de dados sejam implementadas para esse fim.

Em um contexto mundial, *World Wide Web* (WWW) se tornou uma via conveniente para acesso das informações da *Web* devido ao fato dos *browsers* serem capazes de integrar diferentes serviços de rede em uma única e amigável interface com o usuário (QIU, 2000). A implementação de um sistema de supervisão e controle baseado nas referidas tecnologias pode, com custo competitivo, agregar dados que estejam dispostos geograficamente, em uma plataforma computacional coesa e flexível, provendo acesso aos mesmos a partir de qualquer ponto de acesso.

2 FERRAMENTAS WEB UTILIZADAS

Para o desenvolvimento de conteúdo para a *Web* é necessário um servidor que implemente o protocolo utilizado pela WWW, o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Este servidor deve ser capaz de receber requisições, processá-las e responder com o conteúdo solicitado. O Servidor Apache se destaca como um dos principais servidores *Web* livre, com suporte a Perl, PHP, CGI (*Common Gateway Interface*), SSL (*Secure Sockets Layer*) entre outros.

2.1 Servidor Apache

O servidor *Apache* é o responsável por mais de uma dezena de projetos envolvendo tecnologias de transmissão via *Web*, processamento de dados e execução de aplicativos distribuídos. Suas funcionalidades são mantidas através de uma estrutura de módulos com versões para os sistemas *Windows*, *Novell Netware*, *OS/2* e diversos outros do padrão *POSIX* (*Unix*, *Linux*, *FreeBSD*, etc).

2.2 Secure Sockets Layer – SSL

A *Internet*, quando chegou ao público era utilizada apenas para distribuir conteúdo estático. Porém, em pouco tempo, surgiu à necessidade de empregá-la em transações financeiras, como a compra de mercadorias por cartões de crédito, transações bancárias *online*

e para o mercado de capitais eletrônicos. O SSL emergiu para garantir segurança na *Web* usando de algoritmos de compactação, criptografia de chave pública e chave simétrica para imprimir sigilo, integridade e autenticação. Com o SSL, o servidor possui uma chave privada e uma chave pública que é verificada por uma Autoridade Certificadora (AC). O receptor da mensagem deve obter a chave pública por intermédio de confiança da AC, para verificar se a chave pública do certificado é mesmo daquele servidor.

2.3 HiperText Mark-up Language – HTML

Para ter acesso aos recursos publicados na *Internet*, o cliente utiliza um *browser* que interpreta a linguagem HTML. Esta linguagem se utiliza de hipertextos para dispor o seu conteúdo, permite a publicação de imagens, sons, vídeos, animações e links que ligam uma página a diversas outras. O *JavaScript* é uma linguagem que permite utilizar lógica em páginas escritas em HTML. Criada pela Netscape em 1995, com o objetivo de atender principalmente a validação de formulários e interação com o site, são *scripts* interpretados pelo *browser* do cliente com grande versatilidade e utilidade ao lidar com ambientes em árvore, como o HTML.

2.4 Hypertext Preprocessor – PHP

Um servidor *Web*, além de responder as requisições dos clientes, oferece diversos recursos para capacitar a construção de conteúdo para *Internet*. Dentre os recursos de compatibilidade com o servidor *Apache*, destaca-se o PHP. O qual é uma linguagem de *script Open Source* de ampla utilização, interpretada e que é especialmente interessante para desenvolvimento para a *Web* e pode ser mesclada dentro do código HTML. O objetivo principal da linguagem é permitir a desenvolvedores escrever páginas que serão geradas dinamicamente no servidor formatando seus retornos em HTML.

Trata-se de uma linguagem extremamente modularizada, o que a torna ideal para instalação e uso em servidores *Web*. Além disso, destaca-se a extrema facilidade com que o PHP lida com servidores de base de dados como *MySQL*, *PostgreSQL*, *Microsoft SQL Server* e *Oracle* (SICA,2006).

Entre as principais características da linguagem PHP, merecem destaque:

- Código Aberto;
- Software livre;
- Multiplataforma;
- Eficiência - consome poucos recursos do servidor;
- Acesso a bancos de dados - acesso nativo aos principais bancos de dados utilizados atualmente;
- Processamento de imagens.

2.5 MySQL

O sistema gerenciador de banco de dados *MySQL* é um servidor robusto que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language*). Pode ser usado em sistemas de produção com alta carga e missão crítica e também ser embutido em programa de uso em massa (AB, 2008).

O programa *MySQL* é de licença dupla. Os usuários podem escolher entre usar o programa *MySQL* como um produto *OpenSource/Free Software* ou comprar uma licença comercial padrão da *MySQL AB*. É mandatória a aquisição de uma licença quando a utilização do *software* possuir um propósito comercial.

Este pode funcionar em uma vasta gama de plataformas e sistemas operacionais, como *Windows, Linux, FreeBSD, BSDI, Solaris, MAC OS X, SunOS, SGI*, entre outros.

As principais características do *MySQL* são:

- Portabilidade;
- Compatibilidade;
- Excelente desempenho e estabilidade;
- Pouca exigência quanto a recursos de *hardware*;
- Facilidade de uso;
- Software livre;
- Suporte a vários tipos de tabelas (como *MyISAM* e *InnoDB*).

2.6 *Asynchronous JavaScript and XML*

Com o crescimento da *Web* e o avanço da tecnologia, muito se discute sobre o que é publicado na *Internet* que tenha usabilidade, para que o usuário não passe a maior parte do tempo esperando seu *browser* carregar a página solicitada. *Ajax* é o uso sistemático de tecnologias providas por navegadores, como *JavaScript* e *XML (eXtensible Markup Language)*. É uma iniciativa na construção de aplicações *Web* mais dinâmicas, criativas e interativas, utilizando-se de solicitações assíncronas de informações, onde apenas o local solicitado pelo usuário sofrerá modificação. Seu funcionamento permite solicitações frequentes de dados, porém, mais leves, pois o conteúdo de retorno não é mais a página inteira.

2.7 *JQuery*

O *Ajax*, bem como o *Cascading Style Sheets (CSS)*, *HTML* e demais ferramentas de programação para *Internet*, ao trabalhar no browser requer uma série de compatibilidades, visto que o desenvolvimento dessas aplicações necessita da evolução dos navegadores. Com isso foram desenvolvidos *frameworks* para ajudar desenvolvedores a se concentrarem na lógica dos sistemas da *Web* e não nos problemas de incompatibilidade dos navegadores atuais.

O *JQuery* é um exemplo de *framework* que tem como principais funcionalidades:

- Resolução da incompatibilidade entre os navegadores;
- Redução de código;
- Reusabilidade do código através de *plugins*;
- Utilização de uma vasta quantidade de *plugins*;
- Trabalha com *Ajax* e *Document Object Model (DOM)*;
- Implementação segura de recursos do *CSS*.

No item que segue será apresentado o caso em estudo considerado neste trabalho, direcionando-o para a aplicação e melhor aproveitamento do sistema de supervisão e controle *Web*.

3 CASO EM ESTUDO

Para a apresentação desta pesquisa foi escolhido um *Bay* de um SEP composto por um disjuntor (DJ-1), duas chaves seccionadoras de linha (CS-1 e CS-2) e uma chave de aterramento (CT), conforme ilustra a Figura 1. Para este *Bay*, as condições de intertravamento, seqüências de manobras para energização e desenergização total e as lógicas desenvolvidas são as mesmas conforme apontadas por MIRANDA *et. al.* (2007).

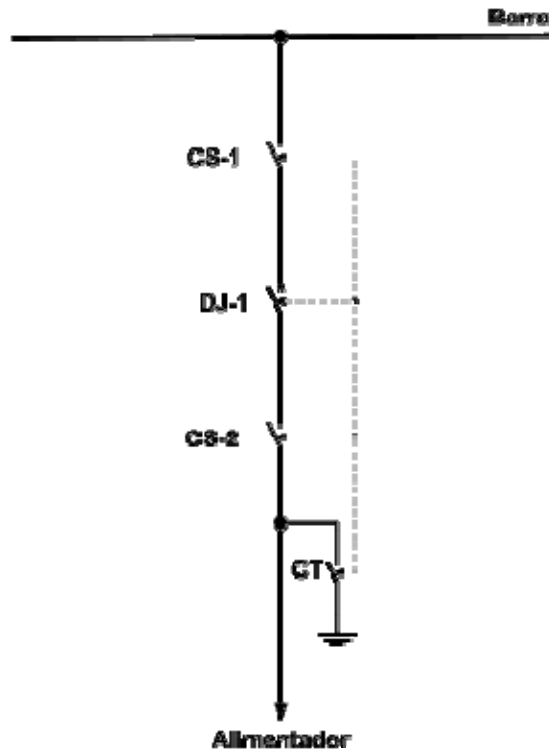


Figura 1 – Bay em estudo.

4 SISTEMA IMPLEMENTADO

Todos os recursos listados no item 2 permitiram o desenvolvimento de um sistema para acesso remoto ao *Bay* apresentado no item 3, resultando em uma interface para controle e supervisão remota do mesmo, conforme ilustra a Figura 2.

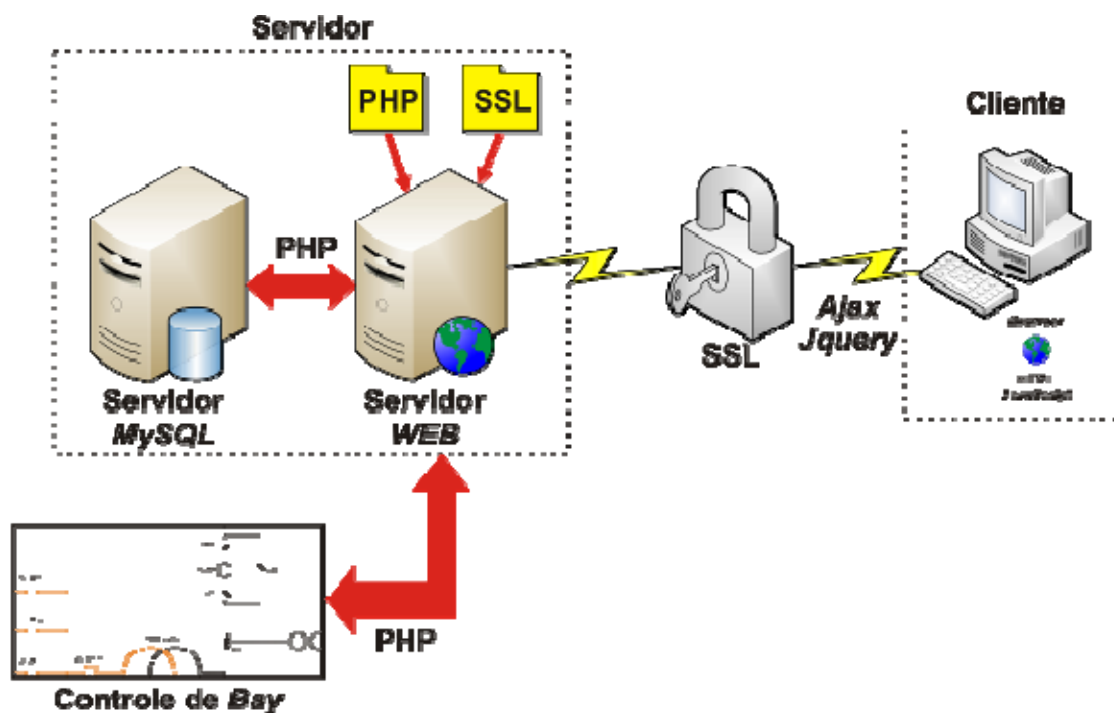


Figura 2 – Sistema implementado.

Para a implementação do sistema, observaram-se as maneiras de acesso remoto que os relés oportunizam. Analisando o *software* proprietário dos relés de proteção disponíveis e seus programas de configuração, constatou-se que aqueles equipamentos mantinham a porta 23 do serviço *Telnet* ouvindo, ou seja, esperando conexões.

Através de um *socket* foi possível estabelecer conexões, autenticar e enviar comandos através de um *software* cliente. Neste caso, o *software* cliente, será o próprio sistema desenvolvido.

Neste ínterim, toda conexão HTTP, possui a característica de abrir um canal de comunicação, tráfegar os dados solicitados e fechá-lo. Testando a comunicação, observou-se que a utilização do sistema proposto fica impraticável, tamanha demora no estabelecer da comunicação, autenticação e envio de comandos, sempre que uma nova solicitação se faz necessária. Para resolver este impasse a solução foi manter o *socket* aberto enquanto o usuário estiver conectado ao sistema. Tal estratégia apresentou resultados satisfatórios quanto ao tempo de envio e resposta do relé aos comandos de abertura e fechamento dos equipamentos do *Bay*. A Figura 3 ilustra um trecho do código em PHP utilizado para manter o *socket* aberto.

```
<?
function irc_open($serv_addr, $serv_port, $errno, $errstr) {
    global $mode;
    if ($mode == 1) {
        return fsockopen($serv_addr, $serv_port, $errno, $errstr);
    } elseif ($mode == 2) {
        $socket = socket_create(AF_INET, SOCK_STREAM, SOL_TCP);
        socket_connect($socket, $serv_addr, $serv_port);
        return $socket;
    }
}

$socket = irc_open($serv_addr, $serv_port, $errno, $errstr);

if ($socket < 0) { echo "failed... $errno: $errstr"; return; }
else { echo "Conectado."; }

while($socket > 0) {
    $out = irc_read($socket, 4096);
    $out = rtrim($out);
    /*
    Comandos de entrada e saída do Relé.
    */
}
}>
```

Figura 3 – Conexão do *socket* em PHP.

4.1 Telas do Sistema Desenvolvido

Neste tópico serão apresentadas as telas da interface de controle e supervisão que compõe o sistema proposto. Cada uma delas será discutida, fornecendo assim adequado entendimento sobre o uso do sistema desenvolvido como um todo.

Após o usuário (previamente cadastrado) acessar o sistema, a tela inicial apresentará instruções básicas para a sua utilização, conforme visualizado pela Figura 4.

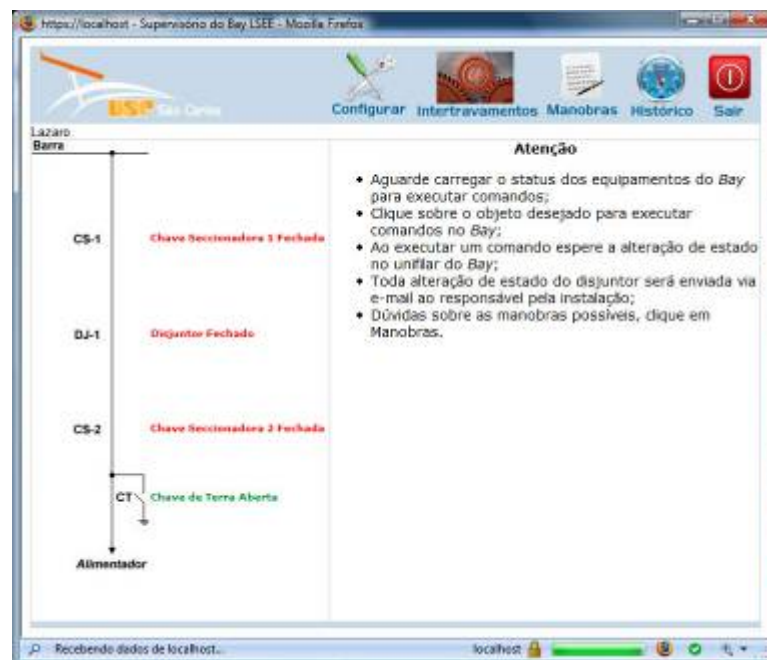


Figura 4 – Interface inicial do sistema.

Realiza-se o cadastro prévio de determinado usuário pela opção “configura” no menu, através da qual um usuário pode ser inserido ou receber alterações no seu perfil. Por esta opção, também se discriminam os Operadores e Administradores do sistema. Para o operador, reservam-se as funções de visualizar os eventos ocorridos no *Bay* e enviar comandos de abertura e/ou fechamento aos seus equipamentos. Já o administrador será capaz de executar todas as atividades desenvolvidas pelo operador, além de cadastrar novos usuários e definir mensagens de alarme quando da operação de algum equipamento sob supervisão (Figura 5).

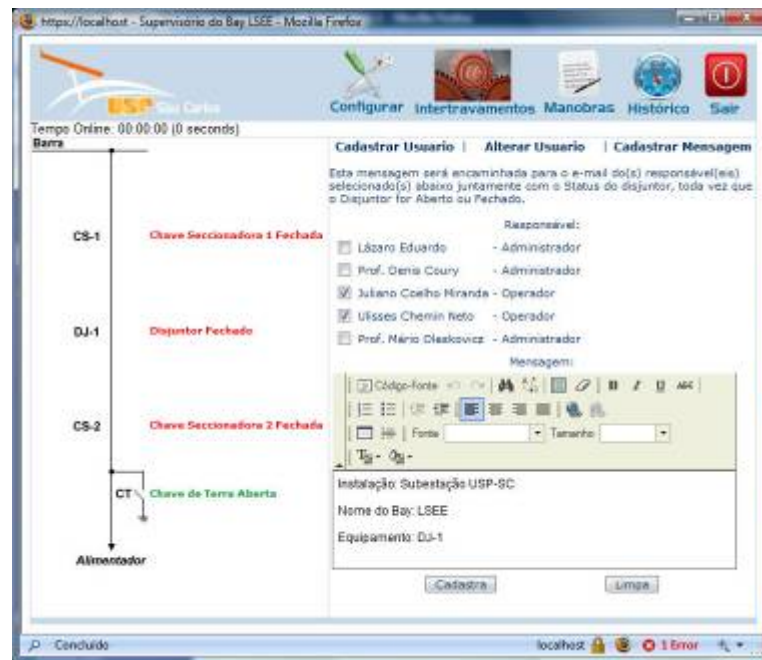


Figura 5 – Menu de cadastro de usuário.

Quanto aos comandos solicitados e os executados pelo usuário, cabe dizer que estes foram concebidos para serem imunes a ações intempestivas, ou seja, o usuário realiza a requisição/solicitação do comando e a mesma não é executada de imediato, sendo, primeiramente necessária, a sua confirmação.

A tela de intertravamentos apresenta ao usuário as interconexões elétricas e/ou lógicas entre os equipamentos da subestação, as quais possuem a finalidade de estabelecer as ações de comando permissíveis (Figura 6).

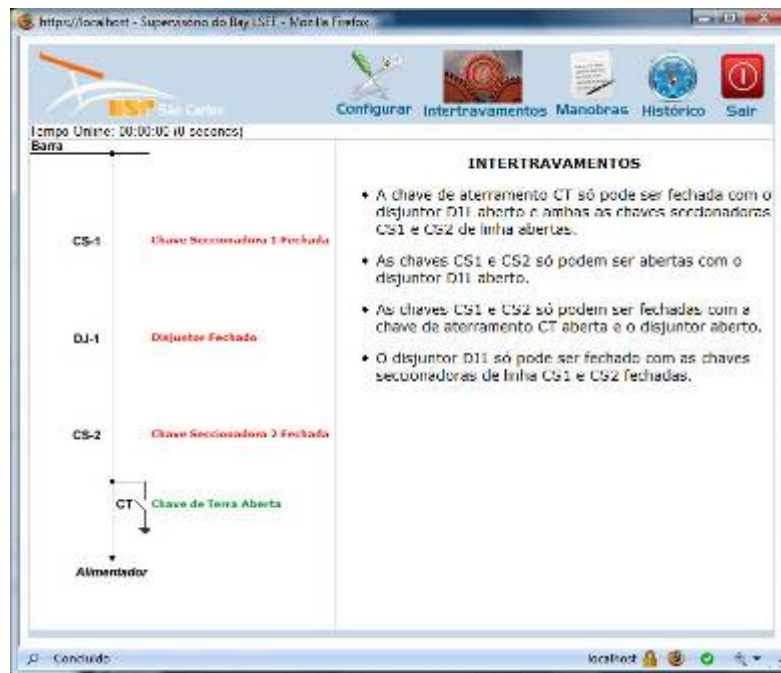


Figura 6 – Intertravamentos implementados.

Além dos intertravamentos foi estabelecida uma seqüência de manobras para a energização e a deserenergização total do Bay. As quais podem ser vistas na Figura 7.

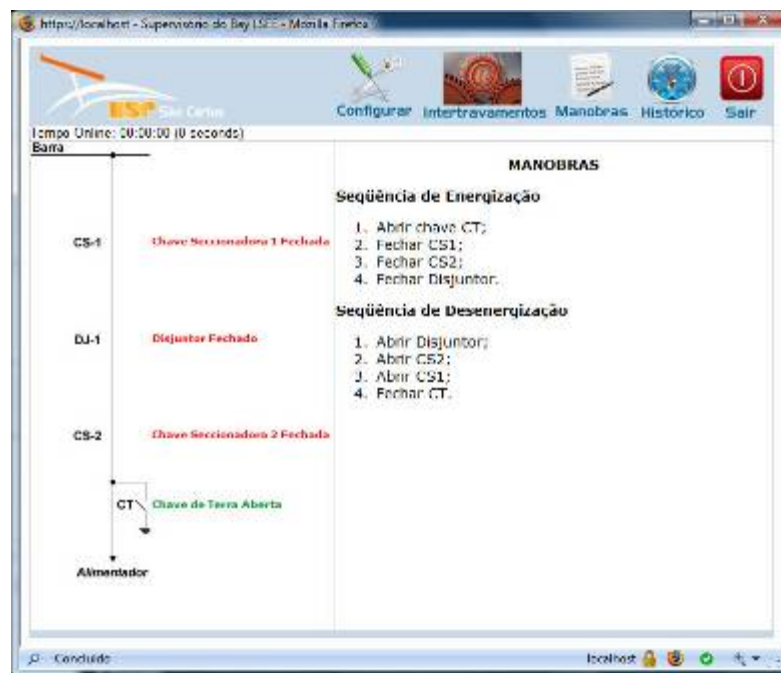


Figura 7 - Seqüências de manobras para a energização e a deserenergização total do Bay.

No que tange a elaboração de relatórios de operação dos equipamentos do Bay, o sistema apresenta uma tela de histórico. Nesta é possível vislumbrar o número acumulado de operações de abertura e fechamento de cada equipamento, bem como as solicitações de comando individuais por usuário com estampa de tempo por evento, contendo data e hora (Figura 8).

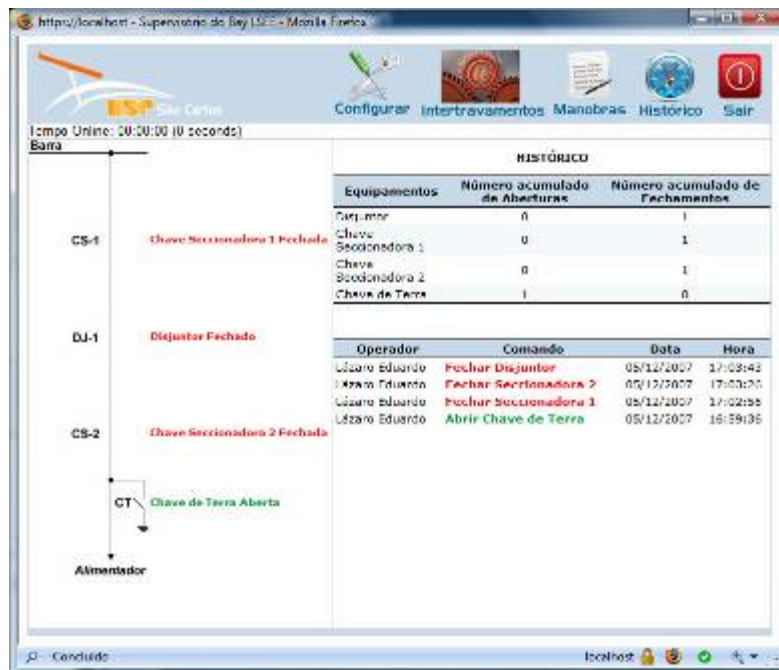


Figura 8 - Histórico de operação dos equipamentos do Bay.

Quando o estado aberto ou fechado de um dos equipamentos do Bay for considerado de maior interesse para a operação do SEP, qualquer alteração na sua posição é reportada, via correio eletrônico, para um ou mais dos usuários previamente cadastrados.

5 ESQUEMA DE ENSAIO IMPLEMENTADO

Para o caso em estudo, fez-se a interligação dos relés através de uma rede *Local Area Network* (LAN), utilizando cabeamento de par trançado *Unshielded Twisted Pair* (UTP), uma *switch* 10/100Mbps e endereçamento lógico, conforme a Figura 9.

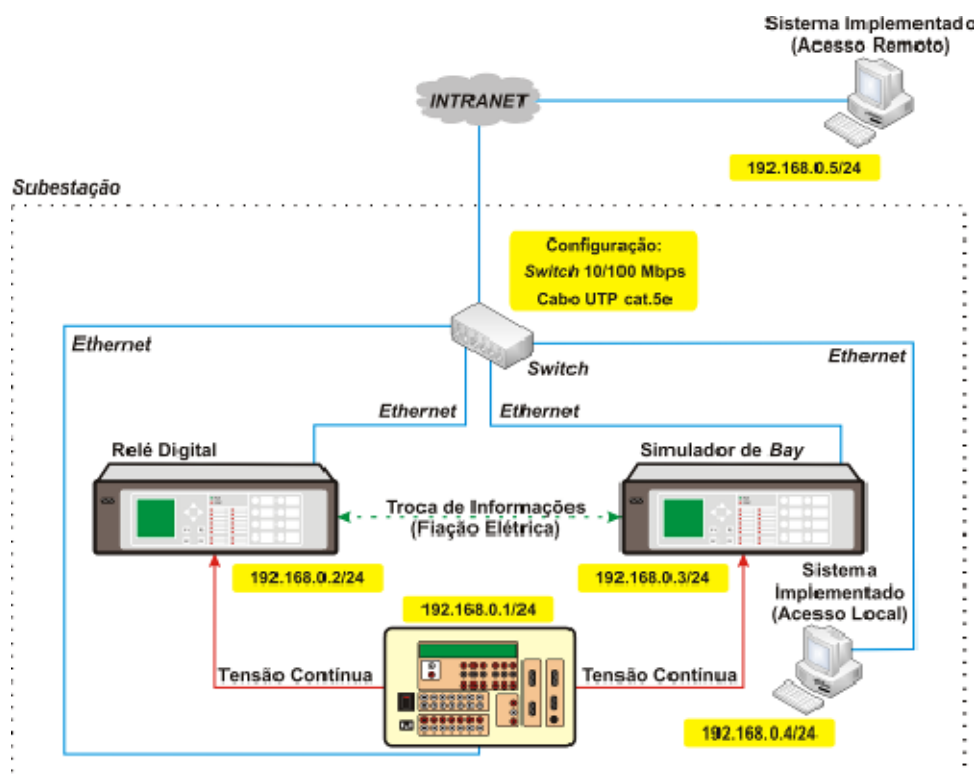


Figura 9 - Enlace para acesso remoto em rede *Ethernet*.

5.1 Testes Realizados - Comando Remoto

O objetivo dos testes realizados foi o de verificar a eficácia do sistema de controle e supervisão *Web* desenvolvido. Para isso foram executadas as manobras contidas na Tabela 2. Cada comando, seja de fechamento ou abertura, é requisitado quando o usuário aciona o ícone correspondente ao equipamento desejado. Em seguida, surge uma mensagem de confirmação para o comando solicitado. Caso afirmativo, o mesmo será enviado ao relé que possui a lógica de controle do *Bay*.

Se os intertravamentos desenvolvidos forem respeitados, haverá então a mudança de estado do equipamento selecionado.

Tabela 2 - Manobras efetuadas - comando remoto.

Manobra	Recepção	Resultado
Comando CS-1	Recebido	Êxito
Comando CS-2	Recebido	Êxito
Comando DJ-1	Recebido	Êxito
Comando CT	Recebido	Êxito
Intertravamento CT	Recebido	Êxito
Intertravamento CS-1	Recebido	Êxito
Intertravamento CS-2	Recebido	Êxito
Intertravamento DJ-1	Recebido	Êxito
Energização Total	Recebido	Êxito
Desenergização Total	Recebido	Êxito

Em relação aos testes executados, pode-se afirmar que para todos a resposta obtida foi idêntica a esperada, denotando o êxito no desempenho do sistema de supervisão e controle *Web* proposto.

6 O TRABALHO COM PROJETOS

O trabalho com projetos da pós-graduação deve partir de uma situação concreta, que dê forma a uma questão relevante e significativa a ser tratada pela graduação. Um tema que seja de interesse e cujo estudo vá se traduzir em resultado que faça sentido e tenha utilidade, como, por exemplo, o desenvolvimento de um sistema aplicado ao controle e supervisão de estado (aberto/fechado) de equipamentos, registro de informações históricas da operação e anunciação de eventos para um *Bay* típico de saída de linha.

Uma exploração inicial do assunto, na percepção dos alunos, deve construir o ponto de partida para: tornar explícito as questões adjacentes que justificam o trabalho, como a demanda de supervisão do sistema elétrico de potência; levantar subsídios para o planejamento e desenvolvimentos de atividades práticas, como, por exemplo, as ferramentas *Web*; tornar mais claro para todos o tema que se pretende abordar através de um exemplo real, neste ínterim, o caso em estudo.

Além disso, é nesse momento que se pode detectar o que os alunos da graduação já sabem, as idéias, noções, conceitos ou informações que já possuem, identificando, também os conhecimentos multidisciplinares que devem ser trabalhados para que as aulas, tomem rumo a partir do nível de compreensão dos alunos do projeto desenvolvido pela pós-graduação (CASTRO,1997).

6.1 Preparação, Desenvolvimento e Conclusão

Ao pensar nas aulas expositivas e práticas os professores titulares e pós-graduandos devem considerar: preparação, desenvolvimento e conclusão.

- **Preparação:** a quem se destina a apresentação do projeto; os objetivos da exposição; os conhecimentos prévios que os alunos já possuem sobre o assunto e o que precisam saber; a seleção dos conteúdos e tópicos a serem abordados e a organização de um esquema do conteúdo; as condições para o desenvolvimento das aulas, tais como tempo disponível, recursos didáticos, entre outros.
- **Desenvolvimento:** é a exposição e desenvolvimentos práticos propriamente ditos. Momento de construção do conhecimento, através da experiência do professor, pós-graduando e graduandos. Para isso, é recomendável que se utilizem estratégias que favoreçam a troca de experiências, no sentido de despertar o interesse do tema.
- **Conclusão:** momento de sistematização ou organização das idéias discutidas no trabalho, através de atividades teóricas e práticas, que permitam exercitar o pensamento criador, estabelecer relações, refletir, criticar e avaliar.

A Tabela 3 ilustra uma proposta de preparação, desenvolvimento e conclusão utilizando o trabalho de pós-graduação supracitado.

Tabela 3 – Proposta de preparação desenvolvimento e conclusão

Destino: 8ºP - Engenharia Elétrica			
Disciplina: Sistemas Elétricos de Potência			
Objetivos da Exposição: demonstrar o desenvolvimento de um sistema <i>Web</i> aplicado ao controle e supervisão de estado (aberto/fechado) de equipamentos, registro de informações históricas da operação e anunciação de eventos para um <i>Bay</i> típico de saída de linha.			
Conhecimentos Prévios: Eletrônica Digital, Sistema SCADA (<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>), Comunicação de Dados, Uso de Relés de Proteção e Simulador do SEP (Caixa de Teste).			
Aula	Conteúdo Abordado	Teoria(T) Prática(P)	Condições de Desenvolvimento
1	Demanda para Supervisão do SEP	T	Slides, vídeos e projetor.
2	Ferramentas <i>Web</i>	T	Slides, acesso a <i>Internet</i> e projetor.
3 e 4	Caso em Estudo	T/P	Slides, projetor, artigo Miranda <i>et al</i> (2007), acesso a laboratório com relés digitais de proteção e caixa de teste.
5 e 6	Controle e Supervisão via <i>Web</i>	T/P	Sistema <i>Web</i> desenvolvido no âmbito da pós-graduação, slides e projetor.
Estratégias para favorecer a troca de experiências: Uso do laboratório de proteção da instituição para execução dos conteúdos teóricos e práticos, ou visita a uma instituição que possua tal estrutura. Possibilitar aos alunos o manuseio orientado dos equipamentos reais (relés, caixa de teste e sistema de controle/supervisão).			
Como concluir: Solicitar aos alunos um estabelecer/refletir da pertinência do trabalho desenvolvido pela pós-graduação, na sua formação como engenheiro elétrico.			

Cabe ressaltar que outros tópicos podem ser inseridos nesta proposta, tornando as práticas pedagógicas e didáticas mais ricas.

7 CONCLUSÕES

O objetivo de desenvolver um sistema de supervisão e controle baseado em tecnologias *Web* foi atingido plenamente para a aplicação laboratorial proposta.

O constante desenvolvimento e aprimoramento das ferramentas utilizadas, como por exemplo PHP, *JavaScript*, *Ajax*, *JQuery* e *MySQL*, mostra a potencialidade e adequação do seu uso para resolver alguns dos problemas relacionados ao SEP, como, por exemplo, o controle de um *Bay* de subestação de energia elétrica. O fato das mesmas serem gratuitas pressupõe a criação de aplicativos de baixo custo.

Vale comentar que o uso de uma plataforma *Web* implica em disponibilidade de acesso à informação sem qualquer limitação de tempo e/ou espaço.

Do ponto de vista educacional a apresentação de um conjunto de aulas ministradas por alunos de pós-graduação, sob adequada supervisão, configura-se em relevante recurso aplicado à busca por qualidade no ensino superior, além de pertinente oportunidade de prática da docência. Para os alunos de graduação tal atividade se configura em evento ímpar, pois apresenta uma produção intelectual de alto valor acadêmico, a qual pode servir como elemento motivador para continuidade do seu processo de construção de conhecimento, inserção profissional e acadêmica, através do exemplo positivo dos alunos de pós-graduação.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório de Sistemas de Energia Elétrica (LSEE) e ao Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC - USP), pelas facilidades proporcionadas quando do desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Banco de Informações de Geração**. <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>. Acesso em 10 de Março 2008.

BOSCO, F. O Futuro do Controle na Transferência de Dados. **Controle & Instrumentação**, n. 102, p. 49–50, 2005.

CASTRO, E. V.; MATOS, M. C. **Reflexões sobre a prática pedagógica**. Minas Gerais. Secretaria de Estado da Educação, 1997.

MIRANDA, J. C.; NETTO, U. C.; OLESKOVICZ, M.; COURRY, D. V. Uma Lógica para Controle de Bay Disponde de Relés Digitais Comerciais e Meios de Comunicação Adequados. In Anais do VII Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission - CLAGTEE, 2007, Viña del Mar – Chile. **Anais**. Viña del Mar: Pontifica Universidad Catolica de Val Paraiso, 2007.

MySQL AB. **Manual de Referência do MySQL 4.1**. <http://dev.mysql.com/doc/refman/4.1/pt/introduction.html>. Acesso 10 de Março 2008.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Dados Técnicos do SIN**. http://www.ons.org.br/conheca_sistema/dados_tecnicos.aspx. Acesso em 10 de Março 2008.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **O que é o SIN – Sistema Interligado Nacional?** http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx. Acesso em 15 de Janeiro 2007.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Requisitos de Telesupervisão para a Operação - Submódulo 10.19**. <http://extranet.ons.org.br/operacao/mpo.nsf/principalweb?openframeset>. Acesso em 15 de Janeiro 2007.

QIU, B. e GOOI, H. B.. Web-Based SCADA Display Systems (WSDS) for Access via Internet. **IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS**, v. 15, n. 2, p. 681–686, 2000.

SICA, C. **PHP Orientado a Objetos: Fale a Linguagem da Internet**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna, 2006.

DEVELOPMENT OF A WEB SYSTEM APPLIED TO CONTROL AND SUPERVISION OF A SUBSTATION BAY AS A MOTIVATING FOR GRADUATION IN ELECTRICAL ENGINEERING

***Abstract:** This article presents a laboratory experiment conducted with the use of free Web tools (Hypertext Preprocessor (PHP), JavaScript, Asynchronous JavaScript And XML (Ajax), JQuery and MySQL), to develop a system applied to the control, supervision and sequence recording of events for a substation Bay, in order to employ it in electrical engineering graduate course as a didactic tool developed by the post-graduate students, motivating multidisciplinary content. The system has been implemented on an Intranet network, and the interface with the user is portable to different browsers. The results are promising and indicate the relevance of the use of Web technologies for supervision and control of the electric power system and provide a proposal for preparation, development and completion of classes, which allows an approach of this work.*

***Key-words:** Power Systems Protection, Supervision, Control, Web tools, Data Communication.*