



XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

Simulador de Treinamento de Operação de Subestações à distância

Eduardo Luiz Martins
ELEKTRO
eduardo.martins@elektro.com.br

Palavras-chave

Operação
SCADA
Simulador
Subestação
Treinamento

Resumo

O objetivo deste trabalho é mostrar a experiência da Elektro na utilização do referido simulador de treinamento, bem como a metodologia para seu desenvolvimento. O simulador foi desenvolvido no software supervisor Elipse E3, uma vez que o mesmo é utilizado no Centro de Operação.

Durante o processo de centralização da operação ocorrido em 2001, a supervisão à distância das subestações exigiu uma arquitetura de sistema de supervisão com a capacidade de comunicação com os diversos sistemas de automação, visando propiciar uma Interface Homem-Máquina (IHM) únicos das informações advindas das subestações supervisionadas.

A partir da centralização, o desafio passa a ser operar este sistema com todos os requisitos de qualidade e segurança. Nesse caso, é fundamental o treinamento e capacitação dos operadores do Centro de Operação.

O desenvolvimento do simulador proporcionou os seguintes resultados:

- A interface para o operador é a mesma do sistema supervisor utilizado no Centro de Operação, garantindo a utilização da mesma IHM e a familiaridade com a aplicação;
- Criação de um ambiente virtual com características reais de uma subestação, tais como estado dos equipamentos, intertravamentos, automatismos, alarmes e medições de grandezas analógicas;
- Elaboração de diversos cenários envolvendo perturbações e eventos programados em subestações.

1. Introdução

Este trabalho descreve o desenvolvimento do Simulador de Treinamento, bem como estrutura do sistema de supervisão SCADA desenvolvida para a centralização da Operação da Elektro e as necessidades dessa operação centralizada que motivaram seu desenvolvimento e os resultados obtidos nos treinamentos dos operadores com a utilização do mesmo. Os tópicos foram divididos conforme descrito a seguir:

- Centralização da Operação da Elektro: Mostra os desafios e soluções empregadas para supervisão à distância das subestações durante a centralização da operação. Neste tópico também são descritas as necessidades que motivaram o desenvolvimento do simulador;

- Automatismos das Subestações da Elektro: Descreve automatismos presentes nas subestações da Elektro;
- Desenvolvimento do Simulador de Treinamento: Descreve o processo de elaboração da interface gráfica no software Elipse E3 baseado em alguns modelos de subestação e nas informações e automatismos disponíveis na referida subestação;
- Elaboração dos cenários de Treinamento: Cenários que serão abordados durante o treinamento com utilização do simulador, visando verificar aplicação correta de normas e procedimentos;

2. Desenvolvimento

2.1 Centralização da Operação da Elektro

A Elektro, eleita pela Abradee a melhor empresa distribuidora de energia elétrica em 2004, 2005 e 2007, sediada em Campinas, São Paulo, conta com sua operação totalmente centralizada em único Centro de Operação, desde 2001. As características da sua área de concessão impõem desafios a essa operação centralizada, pois contempla áreas litorâneas, industriais, comerciais, turísticas, serranas e rurais aliadas à grande dispersão geográfica. Para contornar essa diversidade, a operação de subestações à distância com a utilização de sistemas de supervisão SCADA é uma necessidade, que exige um constante desenvolvimento dos operadores do Centro de Operação. Tendo em vista esta necessidade, foi desenvolvido um simulador de treinamento para reproduzir cenários de operação em subestações contemplando perturbações e eventos programados, e assim, estabelecer as melhores práticas para conduzir a operação dos equipamentos envolvidos, com a segurança necessária e no menor tempo possível.

No processo de centralização da operação, a supervisão à distância das subestações exigiu uma arquitetura de sistema de supervisão com a capacidade de comunicação com os diversos sistemas de automação, visando propiciar uma Interface Homem-Máquina (IHM) únicas das informações advindas das subestações supervisionadas. A Figura 1 mostra a IHM do sistema de supervisão SCADA da Elektro.

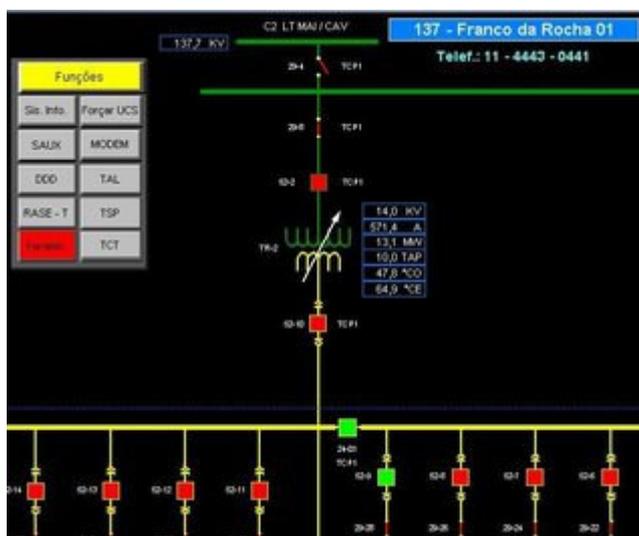


Figura 1 – IHM Sistema de Supervisão ELEKTRO

O Sistema SCADA adotado foi desenvolvido pela Elipse Software, cuja arquitetura é representada pela Figura 2.

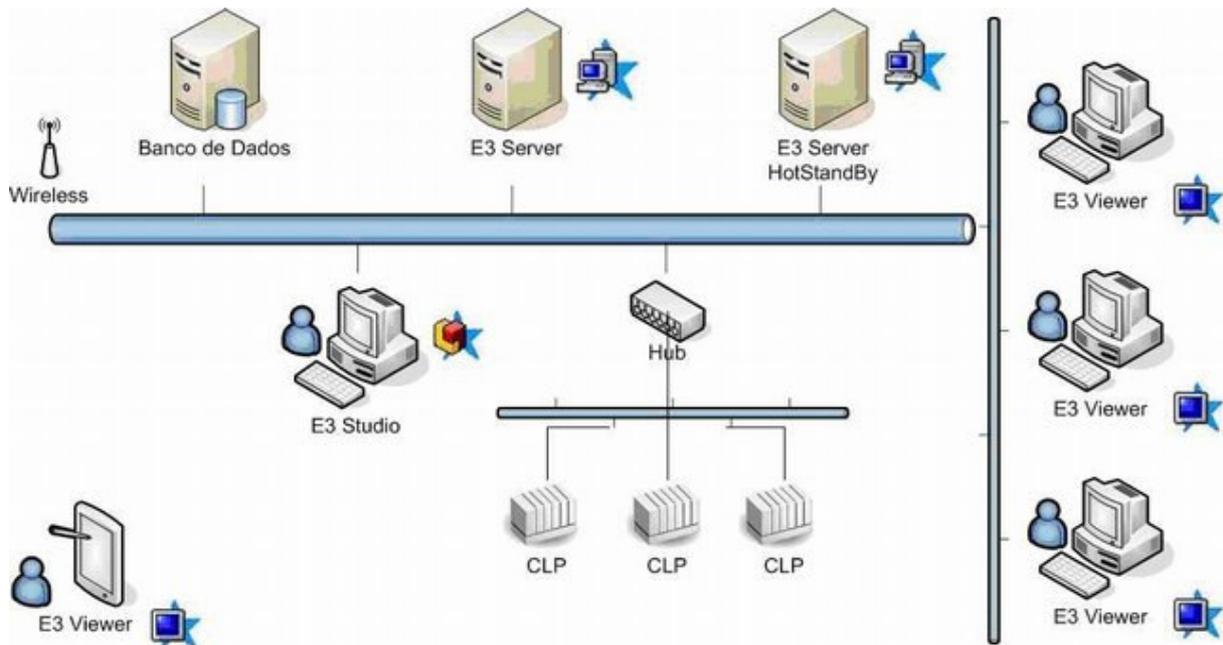


Figura 2- Arquitetura Sistema de Supervisão Elipse

Devido ao fato do Elipse E3 suportar múltiplas bases de dados, representadas por diferentes arquivos de projetos, permitiu que fosse criada uma arquitetura onde cada subestação está englobada em um projeto diferente, sendo que os demais serviços necessários (Bancos de Dados, Telas de Alarmes, Eventos, dentre outras) estão alocados em outros projetos, adaptados no contexto local onde estão sendo executados, conforme Imagens 3 e 4.

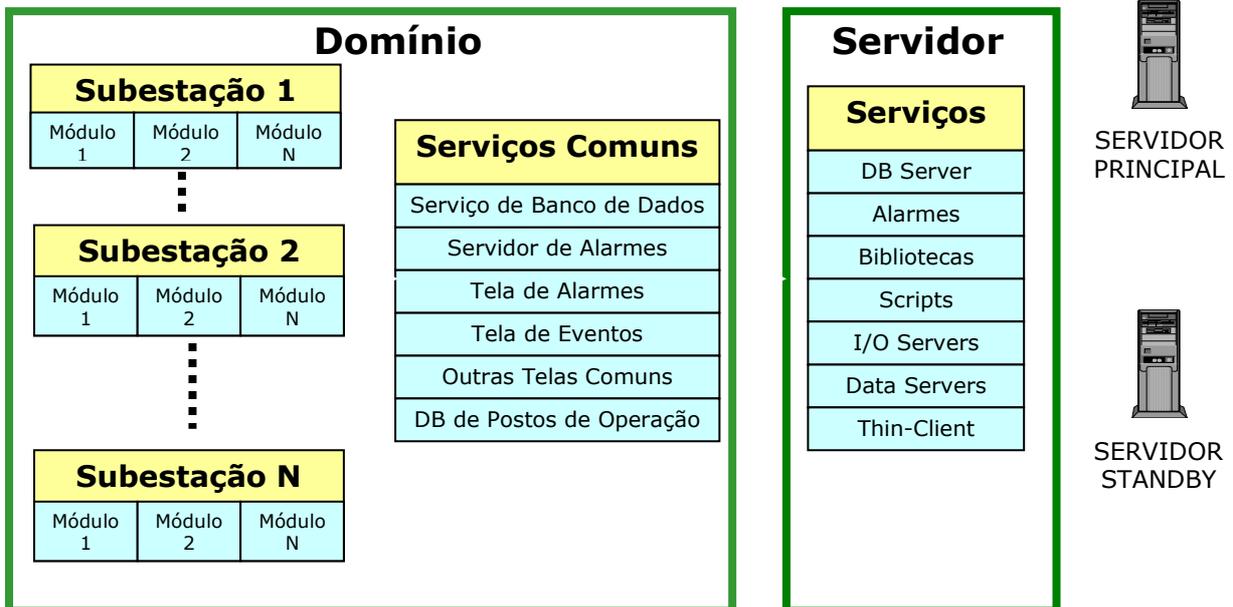


Figura 3 – Arquitetura dos Projetos da Subestação para aplicação do COD

Projeto da Subestação
Driver de Comunicação
Configuração Alarmes
Tela Principal
Histórico
Objetos da Subestação

Figura 4 – Arquitetura dos Projetos da Subestação para aplicação local

2.2 Automatismos das Subestações da Elektro

O desenvolvimento do simulador também foi motivado pelo início do projeto de Digitalização de Subestação em 2002, pois houve aumento no número de informações advindas das subestações e principalmente a inclusão de automatismos.

Os equipamentos (relés digitais) utilizados e a arquitetura adotada tornaram factível o monitoramento das falhas de cada um dos equipamentos instalados na subestação, com informação on-line ao Centro de Operação através do sistema supervisorio ELIPSE, bem como a contingência de diversas funções de um relé para outro, o que aumentou consideravelmente o nível de confiabilidade do sistema. Permitiram também, desenvolver um grande número de lógicas de automatismos e de intertravamentos virtuais, que asseguram a confiabilidade de operação do sistema e principalmente, possibilitaram a otimização da operação através da redução dos tempos de interrupção dos clientes da Elektro, interferindo positivamente nos indicadores de qualidade da empresa. Dentre eles destacamos:

2.2.1 Transferência Automática de Linhas – TAL

Realizada através de uma lógica seqüencial, cuja função primordial é reduzir o tempo de desenergização da subestação, na falta de tensão no circuito de entrada de alta tensão que a subestação estiver conectada. O tempo total desse automatismo varia de 1 a 30 segundos, de acordo com a configuração da subestação.

2.2.2 Transferência de Cargas de Transformadores – TCT

Realiza automaticamente as manobras de liberação e normalização dos transformadores sem interrupção no fornecimento de energia aos clientes, sendo que o início da transferência somente ocorrerá se a soma das cargas dos dois transformadores for inferior ao limite operativo do transformador que permanecerá energizado, assumindo o carregamento total da SE. O tempo total desse automatismo é de aproximadamente 1min30seg.

2.2.3 Restabelecimento Automático da Subestação – RASE

Automatismo cuja função primordial é reduzir o tempo de desenergização da subestação quando da atuação de alguma proteção interna do transformador (relé de gás do transformador e do comutador; válvula de alívio de pressão; diferencial). O tempo total desse automatismo varia de 10 a 100 segundos, de acordo com a configuração da subestação.

2.2.4 Falha do Disjuntor – 50 BF

Função utilizada nos relés dos alimentadores. Para o caso em que o disjuntor não se abra, na ocorrência de sobrecorrente em seu circuito, essa função enviará pulso para abertura do disjuntor geral de baixa tensão do transformador que alimenta este disjuntor. Estando o respectivo transformador liberado, o pulso de abertura é enviado para o disjuntor de interligação da barra e não para o disjuntor geral de baixa tensão do outro transformador.

2.3 Desenvolvimento do Simulador de Treinamento

O desenvolvimento da aplicação do Simulador foi realizado no software Elipse E3 Studio, o qual é o mesmo utilizado na elaboração dos projetos de supervisão SCADA das subestações da Elektro.

2.3.1 Levantamento das características dos equipamentos da subestação e a criação de variáveis virtuais

Para que o ambiente virtual possa representar uma subestação real, foram criadas variáveis digitais que simulam os estados dos equipamentos como aberto/fechado e também a criação de variáveis analógicas para a simulação das grandezas elétricas como tensão e corrente.

As características dos equipamentos são as informações monitoradas pelo sistema supervisão como variáveis analógicas (tensão, corrente, potência, temperatura, etc) e variáveis digitais como estados.

As variáveis analógicas são representadas por tags demo, as quais, representam valores baseados numa referência de mínimo e máximo dentro de um período determinado conforme a Figura 5.

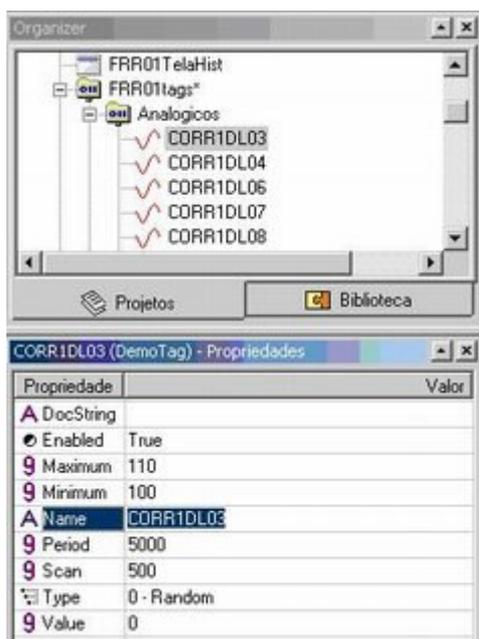


Figura 5 – Configuração das variáveis analógicas

As variáveis digitais são representadas por tags internas, as quais, representam os estados dos equipamentos, como ABERTO/FECHADO, LIGADO/DESLIGADO, conforme a Figura 6.

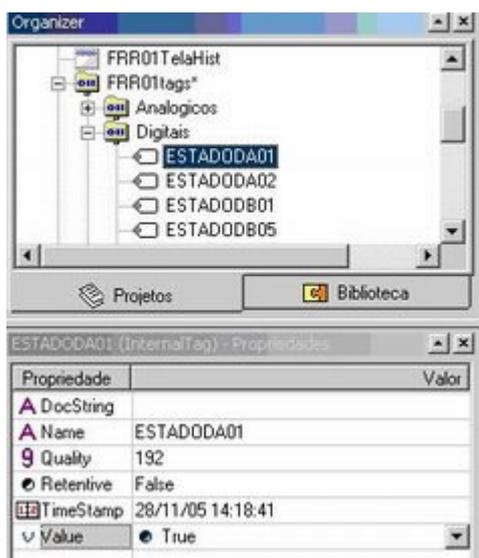


Figura 6 – Configuração das variáveis digitais

A tabela 1 relaciona algumas das variáveis dos equipamentos da subestação.

Tabela 1 – Exemplos de variáveis analógicas e digitais do simulador

Equipamento	Variável	Tag	Descrição
Transformador	Digital	Interna	Atuação de relé de sobrecorrente de fase
Transformador	Digital	Interna	Atuação de relé diferencial
Transformador	Analógica	Demo	Valores de tensão elétrica
Transformador	Analógica	Demo	Valores de temperatura de enrolamento
Disjuntor	Digital	Interna	Sinalização de estado (aberto/fechado)
Disjuntor	Digital	Interna	Atuação de relé de sobrecorrente de neutro
Disjuntor	Analógica	Demo	Valores de corrente elétrica
Automatismo	Digital	Interna	Indicação de bloqueio

2.3.2 Elaboração de Scripts para simular a execução de automatismos

Conforme os automatismos abordados no item 2.2, foram desenvolvidos scripts para a simulação dos automatismos em execução. Na Figura 7 temos um exemplo utilizado para o automatismo da TAL.

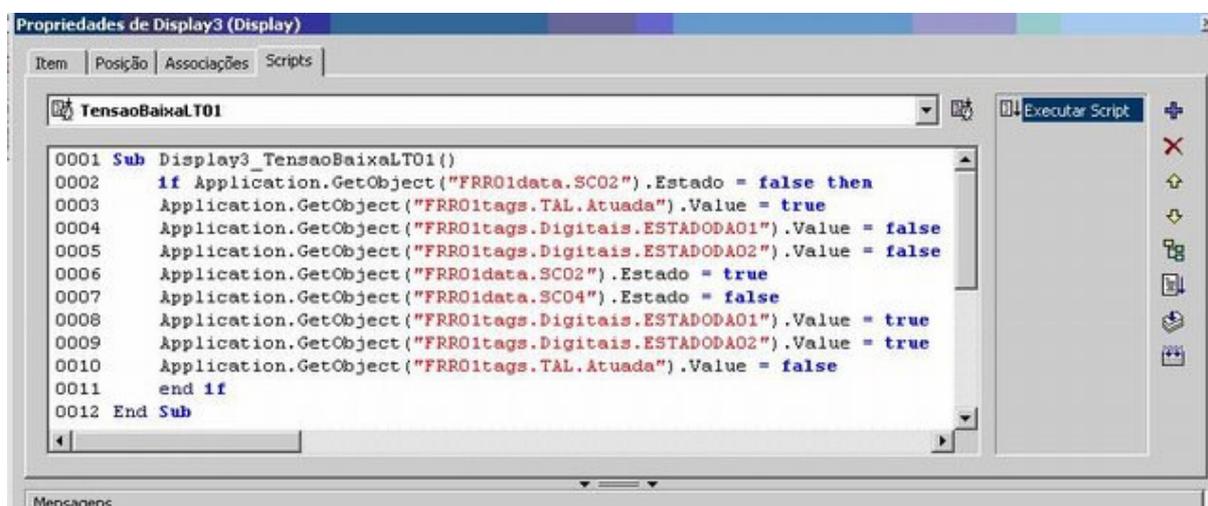


Figura 7 – Exemplo de um script para simulação do automatismo da TAL

2.3.4 Elaboração do Ambiente destinado ao instrutor de treinamento

A interface gráfica do simulador foi desenvolvida em camadas, para possibilitar que determinados controles e informações estejam visíveis somente para os instrutores de treinamento.

Como exemplo, na Figura 8 podemos mostrar o acesso aos pontos de simulação de um transformador para instrutor, os quais não estão disponíveis para o usuário Operador.

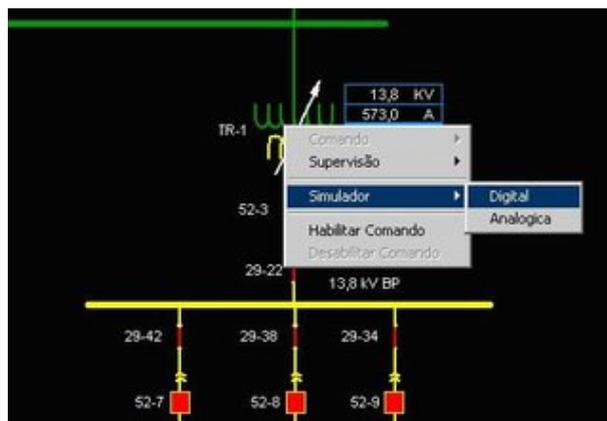


Figura 8 – Acesso os pontos de simulação para o instrutor

Na Figura 9 são mostrados os pontos de atuação de eventos, que quando atuados provocam os desligamento dos equipamentos envolvidos conforme a filosofia de atuação de proteção da Elektro.

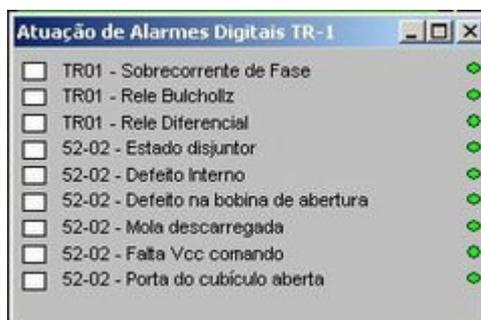


Figura 9 – Tela de acesso aos pontos de atuação de alarmes

2.4 Elaboração dos cenários de Treinamento

A dinâmica aplicada na simulação dos eventos em subestações consiste na elaboração de cenário. O cenário descreve a seqüência de eventos e alarmes que o instrutor deverá acionar durante a simulação. A elaboração dos cenários é baseada em eventos reais, visando verificar a correta aplicação de procedimentos por parte do operador.

Outro aspecto adicionado à simulação foi à inclusão da figura de um colaborador que presta o atendimento operativo local na subestação envolvida, ou seja, o operador interage com esta pessoa, representado por um instrutor. O instrutor por sua vez questiona o operador com dúvidas referentes à operação dos equipamentos da referida subestação

Para cada cenário, são estabelecidos objetivos que devem alcançados pelo operador durante o atendimento, e baseados nestes objetivos é realizada a avaliação do operador visando promover um feedback dos pontos positivos e negativos verificados durante a simulação.

3. Conclusões

O Simulador de Treinamento de Operação de Subestações à distância proporcionou uma melhoria significativa aos treinamentos de operação. Visto que a utilização do mesmo foi aprovada pelos operadores após os treinamentos, pois segundo relatos dos operadores a simulação de treinamento promoveu as situações próximas das enfrentadas em eventos reais.

O desenvolvimento do simulador proporcionou os seguintes resultados:

- A interface para o operador é a mesma do sistema supervisorio utilizado no Centro de Operação, garantindo a utilização da mesma IHM e a familiaridade com a aplicação;

- Criação de um ambiente virtual com características reais de uma subestação, tais como estado dos equipamentos, intertravamentos, automatismos, alarmes e medições de grandezas analógicas;
- Elaboração de diversos cenários envolvendo perturbações e eventos programados em subestações.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

Elektro. ND-62 - Proteção de Subestações de Distribuição

Elektro. I-OPE-001 - Segurança na Operação e Manutenção do Sistema Elétrico ELEKTRO

Elektro. I-OPE-002 - Procedimentos Operativos para Restabelecimento e Controle de Carregamento de Transformadores

Baron, Paulo & Hamilton, Pedro & Soares, Márcio. Automação e Digitalização de Subestações na Elektro: Revista Controle & Automação. Ed. Valete, mar. 2005, p. 120

Elipse Software. Manual de Usuário. Acesso em 25/02/2008, disponível em: http://www.elipse.com.br/download/download/e3_3.0/e3manual_br.pdf

Elipse Software. Tutorial de Treinamento. Acesso em 25/02/2008, disponível em: http://www.elipse.com.br/download/download/e3_3.0/e3tutorial_br.pdf