

MICHEL DOS SANTOS MOREALE

**TÉCNICAS PARA TREINAMENTO DE
OPERADORES DE SISTEMA ELÉTRICO
UTILIZANDO SIMULADOR COM BASE NA
INTERFACE DE TEMPO REAL**

FLORIANÓPOLIS

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA

TÉCNICAS PARA TREINAMENTO DE
OPERADORES DE SISTEMA ELÉTRICO
UTILIZANDO SIMULADOR COM BASE NA
INTERFACE DE TEMPO REAL

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica

MICHEL DOS SANTOS MOREALE

Florianópolis, Dezembro de 2007.

TÉCNICAS PARA TREINAMENTO DE OPERADORES DE SISTEMA ELÉTRICO UTILIZANDO SIMULADOR COM BASE NA INTERFACE DE TEMPO REAL

Michel dos Santos Moreale

‘Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, Área de Concentração em Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina. ’

Jorge Coelho, D. Sc.
Orientador

Kátia Campos de Almeida, Ph. D.
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora:

Jorge Coelho, D. Sc.
Presidente da Mesa

C. Celso Brasil Camargo, D. Eng.
Membro da Banca

Jacqueline Gisele Rolim, D. Eng.
Membro da Banca

DEDICATÓRIA

À minha esposa Michella,
por ser minha bússola nesta vida.
Aos meus pais,
pela eterna esperança que depositam em mim.
Ao meu filho Lucas,
pela simples razão de existir.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade oferecida de participar deste Programa de Mestrado.

Ao professor Jorge Coelho, por sua orientação, ética, respeito, responsabilidade, compreensão e paciência durante todo meu mestrado.

Aos professores membros da banca examinadora, pela valiosa atenção dispensada a este trabalho.

Aos colegas da Celesc Distribuição S.A., pelo apoio desde o início desta jornada.

Aos ex-colegas de Celesc, mas eternos amigos, Aldo Antunes, Cláudio Varella e Dílson Luiz, pela disposição em sempre querer ajudar, no trabalho, no estudo e na vida.

Ao colega de trabalho e amigo Adel Mendonça Souza de Oliveira, pela fé depositada sobre mim, ao me buscar em Florianópolis para novos desafios no CNOS em Brasília, entre eles, esta dissertação.

Ao ONS por um todo, pela receptividade e por acreditar na importância deste estudo.

A todos aqueles que estiveram ao meu lado e que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

A Deus, por estar sempre comigo.

Resumo da Dissertação apresentada à UFSC como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

TÉCNICAS PARA TREINAMENTO DE OPERADORES DE SISTEMA ELÉTRICO UTILIZANDO SIMULADOR COM BASE NA INTERFACE DE TEMPO REAL

Michel dos Santos Moreale

Dezembro/2007

Orientador: Jorge Coelho, D. Sc.

Área de Concentração: Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica

Palavras-chave: treinamento, operadores de sistema, planejamento de treinamento, simulação de sistemas de potência, experiência de campo.

Número de Páginas: 143

Resumo: Este trabalho apresenta uma abordagem na preparação dos operadores do sistema elétrico, fazendo uso de novos softwares e introduzindo modernos procedimentos para a realização de treinamento.

Inicialmente é passada uma visão geral de treinamento para adultos, diferente da educação elementar. Em seguida, apresenta-se o sistema elétrico brasileiro, a concepção do sistema de supervisão e controle utilizado pelo ONS e como é integrado o simulador de sistemas elétricos neste contexto.

Uma nova estrutura no modo de treinar, adicionando a oportunidade de utilização de um simulador de treinamento de tempo real, se faz necessária para que o novo operador, ao adentrar na sala de controle, possa ter a segurança necessária para operar o sistema elétrico sem apresentar lacunas de conhecimento que a possível falta de experiência geraria.

Este processo trata de montar uma nova visão em treinamento de profissionais de sala de controle dentro do Operador Nacional do Sistema Elétrico.

Abstract of Dissertation presented to UFSC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Electrical Engineering.

TECHNIQUES FOR TRAINING OF ELECTRIC SYSTEM OPERATORS USING SIMULATOR WITH BASE IN THE INTERFACE OF REAL TIME

Michel dos Santos Moreale

December/2007

Advisor: Jorge Coelho, D.Sc.

Area of Concentration: Planning of Power Systems

Keywords: training, system operators, planning of training, simulation of power systems, experience of field.

Number of Pages: 143

Abstract: This paper presents an approach in the preparation the electrical system operators, using new software and introducing modern procedures for training.

Initially a general vision of training for adults is passed, different from the elementary education. After that, the Brazilian electrical system is presented, the conception of the supervisory system and control used in the ONS and as the simulator of electrical systems is integrated in this context.

A new structure in the training model, adding the opportunity of use a simulator of real time training, it is done necessary so that the new operator, when get in the control room, shall have the absolutely security to operate the electrical system with no gaps of knowledge that the possible lack of experience would generate.

This process inserts a new vision for training control room professionals in the National Electric System Operator.

Sumário

Capítulo 1: Introdução	1
Capítulo 2: Treinamento de Operadores de Sistema no Setor Elétrico	5
2.1. Os primórdios do despacho de carga	5
2.2. O operador de sistema	6
2.3. O processo de avaliação dos operadores	9
2.4. Treinamento no ONS	9
2.5. O envelhecimento da experiência	9
2.6. O uso de simuladores no setor elétrico	10
2.6.1. Objetivos deste uso	11
2.7. Aplicações do simulador	12
2.8. A implantação de simuladores	14
2.9. Histórico dos simuladores	15
Capítulo 3: Estruturação do Setor Elétrico e CNOS	19
3.1. SIN	19
3.2. ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro	23
3.3. SAGE	24
3.3.1. Características do SAGE	25
3.3.2. Estrutura do software SAGE	27
3.3.3. Estrutura de Hardware no CNOS	28
3.3.4. Aplicativos do SAGE/EMS	29
3.3.5. Características do sistema supervisionado pelo SAGE/CNOS	30
3.3.6. Visibilidade do SAGE	30
3.4. A ferramenta de treinamento OTS - Operator Training System	36
3.5. Estrutura do Simulador	37
3.6. Estratégias de integração	38
3.7. Arquitetura do simulador	41
3.8. Componentes da integração	42
3.9. Formação da base de dados do OTS	43
3.10. Funcionamento básico do simulador	44
3.11. Funcionalidades do OTS	44
3.11.1. Funcionalidades dentro do ambiente SAGE	45
3.11.2. Funcionalidades dentro do ambiente PACE	46
3.12. Conceitos a serem considerados dentro do OTS	51
3.12.1. Carga e alimentadores	51
3.12.2. Companhia – Zona – Área de Controle	52
3.12.3. Elo de corrente contínua	52
3.12.4. Áreas de controle existentes	53
Capítulo 4: A Reestruturação do Treinamento de Operadores no CNOS	55
4.1. Conceituação de treinamento	55
4.2. Necessidades de treinamento	56
4.3. Fazendo o planejamento	56
4.4. Executando o treinamento	57
4.4.1. Simulações	57
4.4.2. Treinamento demonstrativo	58
4.5. Avaliação do Treinamento	59
4.6. Novo operador do CNOS	59

4.7. Treinamento continuado no CNOS.....	61
4.8. Programa Treinamento de Operadores	62
4.9. Modalidades de treinamento	62
4.10. Novo Operador.....	62
4.10.1. A Entrevista	63
4.10.2. As Atividades	65
4.10.3. Listas de Atividades	67
4.10.4. Plano de Treinamento.....	68
4.11. Novo Processo ou Reciclagem.....	68
4.11.1. Novos Processos	68
4.11.2. Reciclagem	68
4.11.3. Cadastro do Novo Processo ou Reciclagem.....	68
4.11.4. Plano de Treinamento para Novo Processo ou Reciclagem.....	70
4.12. Programa GESTÃO DO SIMULADOR DE OPERAÇÃO.....	70
4.13. Planejamento do treinamento no Simulador	70
4.13.1. Seleção da equipe	71
4.13.2. Seleção do cenário	71
4.13.3. Seleção do processo a ser treinado	71
4.13.4. Montagem do cenário	72
4.13.5. Recursos para simulação	73
4.13.6. Montagem da seqüência de eventos	73
4.13.7. Objetivos desejados para esta simulação.....	73
4.13.8. Preparação de documentos	74
4.13.9. Cadastro da simulação no programa GESTÃO DO SIMULADOR DE OPERAÇÃO.....	74
4.14. A Execução da Simulação	77
4.15. A Avaliação da Simulação.....	78
Capítulo 5: Integração SAGE-OTS para Utilização no Treinamento de Operadores e Testes Simulados	81
5.1. Local para Realização dos Treinamentos	81
5.2. Modelagem do simulador – regulação primária	82
5.3. Modelagem do CAG	83
5.4. Modelagem de carga	86
5.5. Criação da planilha de curva de carga	88
5.6. Mudança de equipamento para melhoria de desempenho	89
5.7. Criação do manual do usuário do OTS	90
5.8. Criação dos procedimentos de trabalho tipo PCN	91
5.9. Programa Treinamento de Operadores	92
5.10. Programa Gestão do Simulador de Operação	93
5.11. Revisão da Rotina Operacional RO-MP.BR.03.....	93
5.12. Preparação dos Sistemas de Proteção no OTS.....	94
5.13. Testes Simulados	94
5.14. Simulado na Copa do Mundo 2006	95
5.14.1 A simulação	96
5.14.2. O objetivo	96
5.14.3. O cenário	97
5.14.4. Cronograma de simulação	97
5.14.5. Conclusões e melhorias identificadas.....	98
5.15. Simulado PPSP	99

5.15.1. As simulações do Plano de Preservação dos Serviços Prioritários.....	99
5.15.2. O objetivo	100
5.15.3. Cenário.....	100
5.15.4. Conclusões e melhorias identificadas	100
5.16. Melhorias Gerais no Processo de Treinamento.....	101
5.16.1. O futuro simulador.....	101
5.16.2. Melhorias no processo de treinamento	102
Capítulo 6: Conclusões.....	103
6.1. Opções extras para o uso do simulador.....	103
6.2. Ferramenta de sala de controle.....	103
6.3. DRILL e a Sinergia com Agentes do SIN.....	105
6.4. Considerações finais.....	106
Anexos.....	109
Anexo 01 - Parte Textual de Melhoria da Rotina Operacional.....	109
Anexo 02 – Parte das atividades cadastradas no programa TREINAMENTO DE OPERADORES.....	111
Anexo 03 – Entrevista Pessoal e Plano de Treinamento.....	113
Anexo 04 – Plano de Treinamento para Novo Processo ou Reciclagem.....	117
Anexo 05 - Drill para indisponibilidade de acesso a sala de controle do COSR-S	119
Referências Bibliográficas.....	125

Capítulo 1: Introdução

O setor elétrico mundial está crescendo em tamanho e complexidade, ao mesmo tempo em que enfrenta um aumento de competição e mudanças no seu ambiente de regulação.

O Sistema Elétrico Brasileiro, nesta mesma caminhada, passa por alterações que implicam num maior grau de exigência da sociedade, onde os agentes do setor elétrico estão sujeitos à aplicação de penalidades, somado à condição de operação do sistema perto de seus limites físicos, com seu funcionamento cada vez mais sujeito a fenômenos tais como: perda de sincronismo, queda de frequência, colapso de tensão, corte de geradores e cargas etc. Isso ocorre dentro de um ambiente onde a tutela da operação do sistema está entregue ao Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

O papel dos centros de operação do ONS torna-se então crítico e cada vez mais dependente do desempenho dos operadores de sistema em tempo real, ficando imprescindível que estes operadores tenham um maior domínio e habilidade para operar o sistema de potência, suportando as crescentes e complexas tomadas de decisões, de maneira rápida e precisa, visando assim encontrar o compromisso correto entre segurança e economia de modo equânime e transparente.

Usualmente o treinamento de um novo operador para o sistema elétrico é feito com aulas teóricas e a prática é obtida operando o sistema real.

Esta diferença para os antigos operadores, que somente após muitos anos de experiência de campo, iam trabalhar numa sala de controle, e mesmo assim, passavam por treinamentos de aproximadamente um ano em centros de treinamento como o de Ilha Solteira (CESP) e Paulo Afonso (CHESF), faz com que o novo operador tenha um grande déficit em termos de experiência do dia-a-dia da operação do sistema, podendo prejudicar a tomada de decisão na sala de controle.

Objetivando esta melhor qualificação de seus operadores, é importante para o Operador Nacional a busca por ferramentas que possam auxiliar no aprendizado contínuo destes. Uma possível resposta a esta busca pode ser a implantação de simuladores para treinamento e reciclagem periódica de seus

operadores. Este simulador permitirá a rápida assimilação de conceitos e procedimentos de operação, bem como aumentará o acúmulo de experiências em um prazo menor de tempo.

Para operadores experientes, o simulador pode ser utilizado para atualização dos mesmos, permitindo a revitalização de procedimentos menos freqüentes (contingências críticas, blecautes, recomposição etc.).

Outra importante atividade de capacitação é o treinamento de novos procedimentos operativos devido a alterações no sistema elétrico. Desta forma, esta ferramenta se torna bastante útil na empresa, inclusive estabelecendo um processo muito eficiente para a certificação de Operadores de Sistema.

A composição de uma metodologia para treinamento e atualização de operadores é o objetivo final deste trabalho, aproveitando ao máximo a utilização de simuladores.

Esta dissertação se desenvolve ao longo de seis capítulos, onde o primeiro constitui a presente introdução.

O segundo capítulo explica como é feito o treinamento de operadores em algumas empresas do setor elétrico e no próprio ONS e o uso de simuladores de sistemas de potência no setor elétrico.

O terceiro capítulo descrever as características do SIN (Sistema Interligado Nacional), ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), seu SSC (Sistema de Supervisão e Controle – SAGE – Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia), e o OTS (Operator Training System), ou seja, o simulador de treinamento utilizado junto ao SAGE, de modo à melhor contextualizar o cenário de aplicação do treinamento dos operadores.

O quarto capítulo inicia-se com a apresentação de uma metodologia para treinamento de adultos, complementada com a proposta de treinamento aplicada aos operadores novos do CNOS (Centro Nacional de Operação do Sistema), e na atualização dos operadores existentes neste centro e a demonstração dos aplicativos de treinamento desenvolvidos para aplicação desta metodologia.

O quinto capítulo mostra a integração realizada nas rotinas do CNOS, além dos programas e adaptações tecnológicas e físicas, de modo a compatibilizar o simulador OTS e demais ferramentas auxiliares desenvolvidas ao modo de

treinamento dos operadores, juntamente com o desenvolvimento de dois cenários testes para a metodologia de treinamento em implantação no CNOS. Neste capítulo também é tratada a avaliação do treinamento, juntamente com a avaliação dos processos e operadores, mostrando pontos de melhorias e caminhos a serem seguidos na complementação destes treinamentos. No sexto e último capítulo é apresentada as conclusões deste trabalho juntamente com algumas oportunidades futuras a serem desenvolvidas em continuidade a esta dissertação.

Capítulo 2: Treinamento de Operadores de Sistema no Setor Elétrico

Através de experiência vivenciada na CELESC Distribuição S.A. e ELETROSUL Centrais Elétricas S.A., junto com discussões com Agentes do Setor Elétrico e pesquisa em artigos [1-5], foi possível montar um padrão de como é realizado o treinamento para o pessoal de operação dentro do setor elétrico. Deste modo inicia-se este capítulo descrevendo como a função despachante de carga foi fundamentada dentro do setor elétrico, mostrando, posteriormente, as formas de treinamento aplicadas a estes profissionais no Setor Elétrico e no ONS.

2.1. Os primórdios do despacho de carga

Primeiramente deve-se separar a qualificação dos operadores de sistema, ou despachantes de carga, como eram conhecidos antigamente. No período anterior a 1989, as empresas tinham como conceito de preparação de um operador de sistema a busca no seu quadro de operadores de instalações por profissionais com melhores desempenhos, características técnicas e postura para assumir a posição de despachante de carga.

Por sua vez, muitos operadores de instalações, apesar de possuírem um bom nível técnico (experiência de campo e cursos realizados dentro de suas empresas), eram possuidores de um baixo nível de escolaridade.

O treinamento dos operadores de sistema era em si composto por:

- Estudo de normas de operação interna: informações sobre IOs (Instruções de Operação) e terminologia de operação;
- Carregamento de linhas de transmissão;
- Chave interruptora com ou sem carga;
- Recomposição de equipamentos: transformadores e autotransformadores; carregamentos em condições normais e de emergência; reguladores de tensão; disjuntores e seccionadoras; bloqueios e esquemas simplificados de controle; filtros de onda portadora; linhas de transmissão aérea e

subterrânea; arranjos de barramentos; proteções de sistemas e filosofia de proteção; estudos de seqüências de operação e desligamentos de equipamentos em subestações.

2.2. O operador de sistema

A partir de 1989, quando as empresas do setor elétrico brasileiro eram compostas quase na totalidade de capital público ou de economia mista, com a entrada em vigor da Lei no. 7853 de 24 de outubro de 1989, onde regulamentava que o ingresso a empresas estatais ou de economia mista seria somente através de concurso público, obrigou a mudança de seleção para a composição do quadro de operadores de sistema.

Algumas empresas bancaram cursos técnicos para seus operadores, promovendo a ascensão profissional via concurso externo. Mesmo assim muitos profissionais que adentraram as salas de controle não possuíam a experiência de campo que os antigos possuíam.

A partir de então houve uma mudança no perfil e na formação destes operadores, onde eram contemplados conhecimentos práticos normalmente experimentados por operadores de instalações, passou-se a contemplar o conhecimento técnico oriundo das escolas técnicas de eletrotécnica.

Como base, será descrito o processo realizado por este autor no ano de 1998 na CELESC Distribuição S.A., dentro do processo de seleção para complementação do quadro de operadores do COS (Centro de Operação do Sistema) da empresa.

Este processo, apesar transcorridos 09 anos, mantém-se atualizado em relação a outras empresas do sistema elétrico.

O curso completo para preparação de um operador de sistema é composto por:

- Segurança no trabalho e NR-10 – 16 horas;
- Saúde no trabalho – 12 horas;
- Relacionamento Interpessoal – 8 horas;
- Noções de informática – 72 horas;

- Operação de Subestação – 76 horas;
- Tecnologia de equipamento – 30 horas;
- Proteção de sistemas – 30 horas;
- Comunicação verbal operativa – 16 horas;
- Sistema de transmissão da Celesc – 4 horas;
- Usinas do sistema Celesc – 4 horas;
- Controle Automático de Geração da Região Sul – 4 horas;
- Recomposição Fluente da Região Sul – 4 horas;
- Palestra sobre o Sistema Interligado Nacional – 8 horas;
- Atividades de Pré-operação – 24 horas;
- Atividades de Operação – 24 horas;
- Atividades de Pós-operação – 8 horas;
- Análise de atuações de proteção – 6 horas;
- Estágio em subestações e usinas do sistema Celesc – 192 horas;
- Curso de Operação do Sistema – ELETROBRÁS – PTI – 48 horas;
- Curso de Operação do Sistema SPIDER SCADA da ABB – 16 horas;
- Treinamento em simulador do sistema Celesc em parceria com a UFSC – 8 horas;
- Estágio em turno de revezamento na sala de controle do COS da Celesc – 360 horas.

Por sua vez, a empresa ELETROPAULO Eletricidade de São Paulo S.A. [6] faz seu treinamento completo em 05 fases, contemplando desde o operador de instalação até o pessoal qualificado para sala de controle, totalizando assim 1.349 horas de estudo e experimentação prática.

Mesmo com as características diferentes de treinamento, e a composição de muitos tópicos com tratamento diferenciado, a estrutura mantém-se basicamente a mesma.

Outra empresa para referenciar é a Companhia Paranaense de Energia – COPEL, onde o treinamento de novos operadores contempla cursos e treinamentos sobre [5]:

- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade;

- Relações Interpessoais;
- Introdução a Operação de Subestações;
- Diagrama operacional e Simbologia;
- Tipos de barramentos;
- Tecnologia e Operação de Serviços Auxiliares;
- Tecnologia e Operação de Banco de Capacitores e Reguladores de tensão;
- Tecnologia e operação de reatores;
- Tecnologia e Operação de chaves seccionadoras;
- Tecnologia e operação de disjuntores;
- Sistemas e Meios de Comunicação;
- Transformadores para instrumentos, pára-raios e centelhadores;
- Proteções do sistema elétrico de potência;
- Normas e instruções de operação;
- Manobras em subestações;
- Automação de subestações;
- Noções básicas de operação local;
- Qualidade dos serviços prestados na operação;
- Treinamento e atualização tecnológica em essência operacional;
- Crescimento como profissional;
- Treinamento constante;
- Exigência e cobrança da sociedade;
- Importância da operação.

Logo, pode-se prever que o setor elétrico caminha igualmente no treinamento dos operadores.

Complementando, segundo Elza Jesus da Silva, na CHESF [4], além do treinamento normal prestado aos operadores, são adicionadas atividades como:

- Visitas técnicas a subestações e usinas;
- Encontros para cursos para aprimoramento técnico e relacionamento interpessoal

Estes encontros atendem em torno de 150 operadores, em períodos entre 4 horas e 8 horas.

2.3. O processo de avaliação dos operadores

O processo de avaliação destes treinamentos, segundo a ELETROPAULO [6], é feito em sistema de avaliação de prova objetiva, com uma avaliação de acompanhamento *in-loco*, somado a avaliação de reação do treinando, sendo assim feita uma composição de conceito para o aproveitamento do operador. Além disso, é feito um processo interno de certificação dos operadores de sistema dentro das empresas, onde é testado o conhecimento sobre eletrotécnica geral e conhecimentos técnicos dentro de sua área de atuação no SIN.

2.4. Treinamento no ONS

O Operador Nacional do Sistema – ONS, dentro da estrutura do Centro Nacional de Operação do Sistema – CNOS, possui um modo de treinamento similar ao padrão apresentado anteriormente, concentrado em estudos de instruções de operação (I.O.) e diagramas geoeletricos, além de algumas visitas técnicas. Isso se deve ao fato do corpo técnico ser composto totalmente por ex-empregados de outras empresas do setor elétrico, levando a menor necessidade de treinamento básico ao novo operador.

A avaliação também é feita através de processo de certificação, com cunho totalmente teórico, baseado nos estudos das instruções de operação, somado a conhecimentos gerais dentro do procedimento de rede e conceitos de eletrotécnica.

2.5. O envelhecimento da experiência

Apesar da maioria dos operadores do ONS ou demais empresas do setor elétrico possuir ainda um vasto conhecimento de campo e uma grande experiência na área de operação de sistemas, há muito tempo os operadores, na sua maioria, não vão a campo e nem participam de cursos sobre novas tecnologias na área de operação.

Por isso, apesar de gerencialmente a maioria das empresas não se preocupar com o treinamento inicial dos operadores que estão sendo agregados ao sistema elétrico, este novo operador começa a não poder contar com o conhecimento ou a experiência que os mais antigos possuem, pois este conhecimento começa a se tornar insuficiente ou até obsoleto, pois na composição dos novos empreendimentos do setor elétrico, muitos conceitos tecnológicos mudaram.

Com isso, não só deve ser revisto esse processo apresentado aqui neste item, como também a aplicação de uma metodologia de treinamento continuado, impedindo o envelhecimento do conhecimento dentro de uma sala de controle.

2.6. O uso de simuladores no setor elétrico

É durante o treinamento que o operador de sistema elétrico tem a possibilidade de construir o conhecimento. E é também durante este processo que ele tem a possibilidade de experimentar algo que não lhe é permitido, em hipótese alguma, durante a execução de suas tarefas diárias, o erro.

Devemos encarar os erros cometidos pelo operador durante o treinamento como algo positivo, pois o construtivismo enfatiza a importância do erro não como um tropeço, mas como um trampolim na rota da aprendizagem.

O trabalho do operador de sistema elétrico é pautado por normas, instruções de operação e uma série de documentos que exigem dele uma atitude mecanicista. Neste ambiente não há espaço para um aprendizado fundamentado em tentativa e erro. Só há espaço para a execução de procedimentos corretos. Com o passar dos anos, buscando trabalhar sempre dentro das normas de operação, o operador tende a tornar-se um mero executor dos procedimentos descritos na documentação disponível em sala de controle, correndo o risco de perder a capacidade de refletir sobre as tarefas executadas.

Pelo que foi descrito, entende-se que o operador de sistema elétrico ao ser treinado em sala de controle, através do processo de observação dos procedimentos executados por funcionários mais experientes, tende a se tornar

um repetidor de procedimentos, reduzindo muito sua capacidade de absorção de conhecimento.

Sendo assim, com a utilização do simulador, abre-se a possibilidade de um treinamento em um ambiente controlado que permite ao operador errar, discutir sobre os procedimentos com os instrutores e realmente aprender.

2.6.1. Objetivos deste uso

Simuladores, hoje, são ferramentas computacionais que tem por objetivo responder a um grupo específico de questões [7]:

- *O que acontece se determinadas condições de operação mudarem?*
- *O que acontece a um determinado sistema quando acontecem eventos poucos prováveis?*
- *Quanto um fator crítico pode variar até que o sistema gere resultados críticos?*
- *Qual a sensibilidade de um fator em relação à mudança de outro fator?*

Ao responder a essas perguntas o simulador gera os seguintes benefícios:

- Economia de tempo em treinamento, pois o treinamento utilizando apenas a experiência do dia a dia é lento e de difícil controle;
- Redução de custos em treinamento. Pois os treinamentos são realizados nos locais de trabalho;
- Facilidade em obtenção de respostas que seriam difíceis de obter no sistema real. O simulador responde perguntas do tipo: *“e se isso acontecesse como se comportaria o sistema?”*;
- Maior domínio do funcionamento do sistema que está sendo simulado;
- Muitas vezes um sistema é tão complexo que se comporta como uma verdadeira “caixa preta”. O simulador fornece uma melhor compreensão desse tipo de sistema;
- Padronização de ações de controle do sistema em situações normais e de emergência;

- Não depende de desligamentos programados para treinamento, pois estes são inviáveis em função do Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão – CPST, onde acarreta aumento do custo da Parcela Variável (PV = Desconto no valor do contrato referente à indisponibilidade de equipamentos da transmissora ao longo do mês).

2.7. Aplicações do simulador

A utilização do simulador de redes elétricas pelos operadores permite avaliar o comportamento do operador no ambiente de trabalho, tanto no ponto de vista dos procedimentos de operação como em termos de relacionamento com as outras pessoas da equipe de trabalho. Além disso, o simulador permite também diferentes tipos de aplicações, que são:

- Estudos dos princípios do sistema elétrico, principalmente, para os operadores iniciantes, aumentando o conhecimento de conceitos;
- Adaptação ao ambiente da sala de controle (confiança);
- Conhecimento das ferramentas do Sistema EMS – Energy Management System (Sistemas computacionais, como: Interface Gráfica, funções do SCADA, Gerenciamento de Alarmes e funções de Análise de Rede);
- A análise do comportamento do sistema elétrico de potência;
- Conhecimento dos procedimentos de operação em situação normal, ou em situação de emergência ou recomposição do sistema;
- Acelerar a formação de experiência;
- Reciclagem de operadores;
- Treinamento preparatório para alterações futuras da rede elétrica;
- Treinamento para o trabalho em equipe.

O simulador de redes elétricas pode ser aplicado para dois tipos de arquitetura do ambiente da sessão de treinamento. O primeiro tipo permite o treinamento de operadores de sistemas elétricos de potência para um único nível

hierárquico de operação, podendo ser a nível nacional, sistêmico ou regional, conforme a figura a seguir.

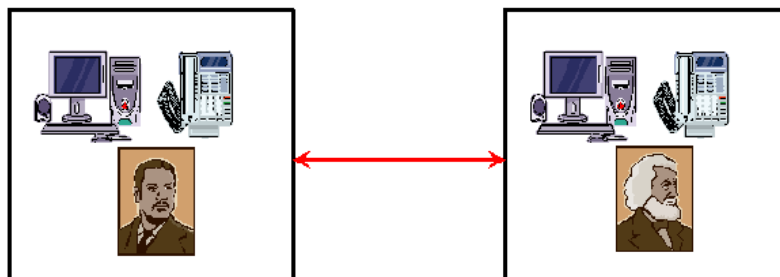


Figura 1 - Arquitetura de Treinamento (em um nível)

O segundo tipo de sessão permite o treinamento coordenado dos operadores de diferentes níveis hierárquicos de operação, por exemplo, entre COS (Centro de Operação do Sistema) e COR (Centro de Operação Regional), conforme a figura a seguir. Este treinamento pode incluir também o engenheiro de operação e/ou outras áreas da operação.

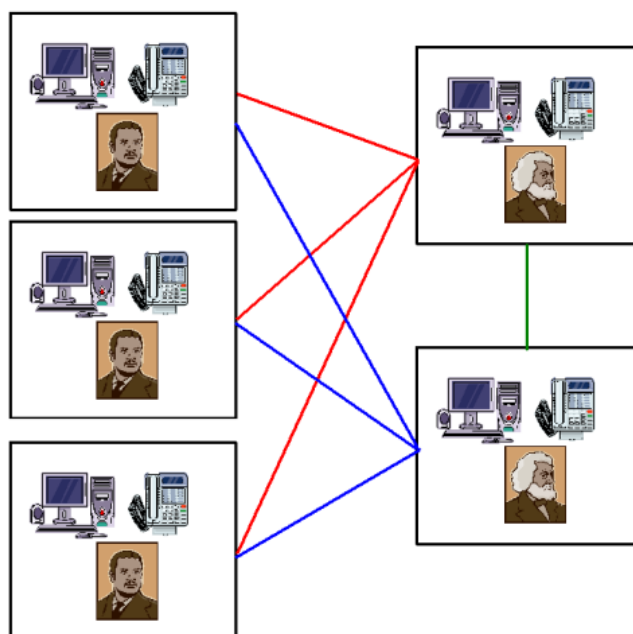


Figura 2 - Arquitetura de Treinamento (em vários níveis)

2.8. A implantação de simuladores

Os benefícios de se incorporar simuladores de rede elétrica no ambiente de treinamento de operadores de centro de operação são elevados para as empresas. A tecnologia tanto na análise da estabilidade transitória quanto na simulação para treinamento de operadores está disponível há muitos anos. Ainda assim, sistemas contendo ambas as funcionalidades só começaram a ser desenvolvidos no início dos anos 90. Alguns exemplos de empresas estrangeiras que implantaram tais simuladores são [8]:

- China Light & Power Co.;
- New York Power Pool;
- Philadelphia Electric Company;
- Seattle City Light;
- Hokuriku Electric Power Co.;
- Virginia Power Company;
- Metropolitan Edison Company;
- Consolidated Edison Company of New York;
- North Hugarian Electricity Distribution Company.

Como exemplos de empresas nacionais que implantaram o simulador para treinamento de operadores, podem-se citar:

- Operador Nacional do Sistema – ONS [9];
- Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF [10];
- Light Serviços de Eletricidade [11];
- Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista [12].

A seguir são dados alguns parâmetros da aplicação destes simuladores dentro do SIN.

2.9. Histórico dos simuladores

O uso de simuladores para o treinamento de operadores aumentou dramaticamente desde a introdução do primeiro simulador para treinamento de operadores apresentado no Power Industry Computer Application Conference – PICA em 1977. O uso de simuladores para o treinamento de operadores em sistemas de potência, como em outras atividades, se tornou um método eficiente de apresentar ao operador o sistema elétrico frente às novas condições de operação, principalmente relacionados aos impactos externos ao sistema. Entretanto, o uso de tais simuladores depende da disponibilidade física e econômica de computadores capazes de suportar essas tarefas, fato que atualmente deixa de ser preocupante com o aumento da capacidade das máquinas e a queda do custo. Sendo assim, esse tipo de simulador tem evoluído em abrangência, complexidade e desempenho.

Nos anos 80, alguns simuladores para treinamento de operadores foram desenvolvidos de forma a fornecer um ambiente realista de operação do sistema de potência para que os operadores praticassem as tarefas do seu dia-a-dia e experimentassem o sistema operando em condições normais ou de emergência de forma segura [13]. Este ambiente pode ser projetado para prover treinamento ao operador utilizando a mesma interface homem-máquina de um centro de controle real [14]. As telas e os procedimentos operativos do sistema de potência simulado eram idênticos aos que os operadores usavam em um sistema operando em tempo real. Em tais circunstâncias, o operador quase não percebia que estava operando um simulador e não um sistema de gerenciamento de energia em tempo real. Foram também apresentados vários modelos, obtidos através da redução da ordem de modelos de geradores e respectivos controles utilizados em programas de estabilidade transitória [15], além disso, fez-se uma comparação detalhada entre a precisão e o desempenho computacional dos modelos propostos.

No fim dos anos 80, o EPRI (Electric Power Research Institute) apresentou uma série de modelos desenvolvidos especificamente para o OTS (Operator Training Simulator) [16]. Devido ao requisito de tempo da simulação em tempo

real de sistemas elétricos de potência, cada ciclo durante a simulação é de alguns segundos, de forma a ajustar-se com os intervalos típicos de varredura de centros de controle. Ao se utilizar tais simuladores deve-se ter em mente que é importante considerar o compromisso entre a precisão na modelagem dos dispositivos e o tempo computacional exigido. Uma nova funcionalidade testada e o construtor de cenários para treinamento de operadores baseado nos conceitos de sistemas especialistas e nas buscas heurísticas para se encontrar cenários que sejam adequados aos diversos perfis de treinamento, chamado de construtor heurístico de cenários.

No início dos anos 90, um dos maiores desafios do simulador era a simulação de desligamento total do sistema e o subsequente processo de recomposição. Esse tipo de exercício fez com que os engenheiros do centro de controle tivessem pela primeira vez, uma experiência com esse tipo de evento que é tão severo para um sistema de potência e puderam praticar de forma segura os procedimentos de auto-restabelecimento (*Black-start*). Outro desafio era disponibilizar aos instrutores e operadores simuladores para treinamento com ferramentas capazes de fornecer informações importantes sobre a estabilidade transitória dos sistemas de potência, devido às limitações na modelagem dos simuladores e a não viabilidade de simular em tempo real os fenômenos transitórios do sistema elétrico, tais como operações de relés devido a defeitos no sistema.

No fim dos anos 90, os simuladores para treinamento de operadores existentes já apresentavam a modelagem das dinâmicas lentas relacionadas aos sistemas elétricos de potência em tempo real, mas isso limita a sua capacidade de simular de forma precisa o comportamento dinâmico do sistema após um distúrbio. Mesmo com o avanço tecnológico, os resultados apresentam diferenças significativas no comportamento quando a dinâmica transitória é representada. Isto deixa bem claro que os simuladores não fornecem a precisão necessária para o treinamento sob certas condições [17].

No início dos anos 2000, uma ferramenta computacional de simulação rápida foi desenvolvida na Bélgica para ser capaz de simular em tempo real o sistema elétrico usando sua modelagem eletromecânica completa com um alto grau de precisão. Esta ferramenta utiliza o conceito de estabilidade generalizada,

algoritmos avançados, bem como processamento paralelo, e é baseado em uma modelagem estendida do sistema elétrico de potência e usa um algoritmo de integração avançado baseado no método simultâneo implícito [8]. O modo de simulação em tempo real e o projeto de sua interface homem-máquina a tornam uma poderosa ferramenta para treinamento de operadores capaz de simular qualquer tipo de cenário, da perda de estabilidade, até um blecaute completo do sistema seguido de sua recomposição.

Por fim, isso mostra que tais simuladores estão evoluindo a ponto de incorporarem as técnicas mais variadas e modernas, tudo visando à ampliação do auxílio viabilizado por tais aplicativos aos operadores dos centros de operação.

No Brasil, apesar da obtenção de simuladores pelas empresas ser cada vez mais comum, muitas destas empresas não estão com os simuladores em uso ou em modo de operação.

Na maioria das empresas, o simulador está em fase de desenvolvimento ou de ajustes com relação à base de dados e configurações de rede.

Nos demais Agentes do sistema, existem uma gama de simuladores, mas face à má representação da rede de operação em tempo real, muitos centros de operação ainda se encontram em melhoria com estimadores de estado.

Outros Agentes e o próprio ONS, nos centros regionais utilizam o simulador apenas como ferramenta de verificação de manobras ou prática de manobras com os operadores [9]. Não aplicando ainda nenhum tipo de metodologia para treinamentos continuados ou outras formas de rotinas com os simuladores.

O OTS, simulador analisado nesta dissertação é utilizado da seguinte maneira no Brasil:

- CTEEP – Em fase de compra, após troca de seu sistema de supervisão e controle para o SAGE;
- CHESF – Já domina a ferramenta, mas devido a problemas apresentados nas versões do IHM do OTS, somente neste último ano começou a realizar aos treinamentos com seus operadores, de forma pontual e sem objetivo de treinamento de novos operadores ou a nível de certificação;

- ONS – No mesmo patamar da CHESF, mas em desenvolvimento com uma cultura de treinamento continuado e realização de *DRILLS* com os demais Agentes do SIN.

Capítulo 3: Estruturação do Setor Elétrico e CNOS

Neste capítulo será feita a contextualização da prática de treinamento requerida pelo ONS. Será passada uma breve descrição do SIN (Sistema Interligado Nacional), demonstrando o tamanho do sistema que é operado pelo ONS, passando pelas características básicas do Operador Nacional, e concluindo com a especificação do sistema de supervisão utilizado pelo CNOS, e a descrição do simulador OTS.

3.1. SIN

O SIN (Sistema Interligado Nacional) é o sistema elétrico que atende as regiões Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e os estados do Pará e Tocantins na região Norte.

As instituições que regem o setor elétrico brasileiro estão na figura a seguir:

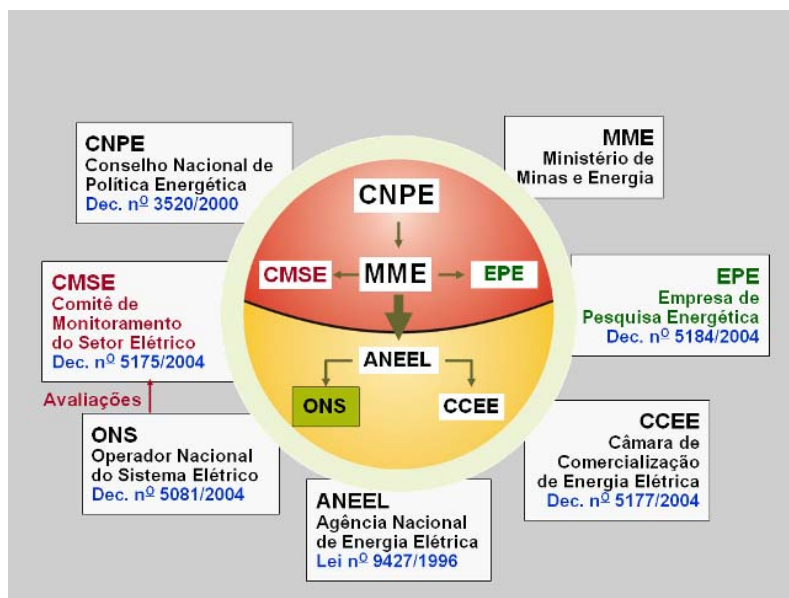


Figura 3 - Instituições que controlam o SIN

Onde:

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética - Órgão de assessoramento do Presidente da República para formulação de políticas nacionais e diretrizes de energia, visando, dentre outros, o aproveitamento racional dos recursos energéticos do país, rever periodicamente a matriz energética e estabelecer diretrizes para programas específicos. É órgão multi-ministerial presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia.

MME – Ministério de Minas e Energia - Encarregado de formulação, do planejamento e da implementação de ações do Governo Federal no âmbito da política energética nacional.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética - Empresa pública federal dotada de personalidade jurídica de direito privado vinculada ao MME. Tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético. Elabora os planos de expansão da geração e transmissão da energia elétrica.

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - Constituído no âmbito do MME e sob sua coordenação direta, com a função precípua de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional.

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, com finalidade de viabilizar a comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional – SIN. Administra os contratos de compra e venda de energia elétrica, sua contabilização e liquidação.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - Autarquia sob regime especial, vinculada ao MME, com finalidade de regular a fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico - Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, tem por objeto executar as atividades de coordenação e controle da operação de geração e da transmissão no âmbito do SIN.

Estas empresas/órgãos coordenam o sistema elétrico estruturado no modelo a seguir:

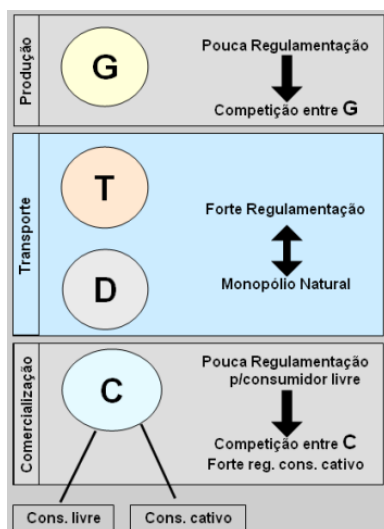


Figura 4 - Modelo Setor Elétrico

Dentro deste modelo, o SIN é composto por:

Geração (hidráulica + térmica):

- 160 usinas com potência superior a 30 MW;
- 544 unidades geradoras;
- 79 agentes.

Rede Básica de Transmissão

- 83.049 km de linhas de transmissão;
- 708 circuitos;
- 321 subestações;
- 28 Agentes.

Distribuição

- 700 pontos de conexão com a rede básica;
- 47.473 MWmed (2006);
- 58 Agentes;
- Valor recorde de demanda instantânea no valor de 64.371 MW no dia 28/03/2007.

O SIN é dividido em quatro submercados energéticos: Sul, Norte Interligado, Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste.

A capacidade instalada é de 89.775 MW, sendo:

- 1% de geração Eólica e Biomassa;
- 15% de geração Térmica;
- 84% de geração Hidráulica.

Totalizando uma produção anual em aproximadamente 401 TWh.

No Sistema de Transmissão, as principais expansões estão destacadas na figura a seguir:

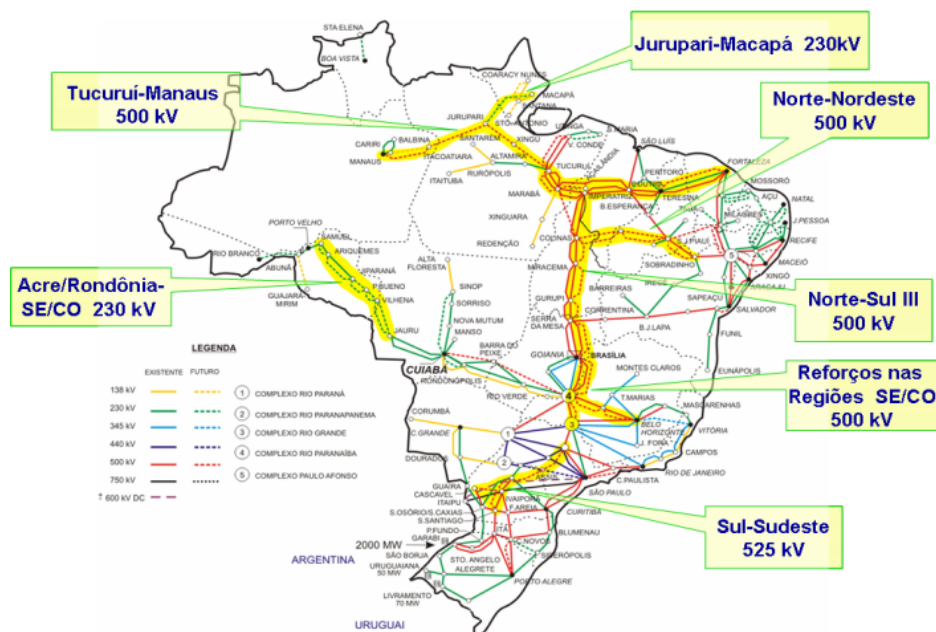


Figura 5 - Diagrama da Rede Básica com futuras ampliações

3.2. ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro

Como descrito no item anterior o ONS é uma pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, tem por objeto executar as atividades de coordenação e controle da operação de geração e da transmissão no âmbito do SIN.

Esta determinação é conforme a Lei no. 10.848 de 15 de março de 2004 - Art. 13º - “As atividades de coordenação e controle da operação da geração e da transmissão de energia elétrica, integrantes do Sistema Interligado Nacional – SIN, serão executadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, mediante autorização do Poder Concedente, fiscalizado e regulado pela ANEEL, a ser integrado por titulares de concessão, permissão ou autorização e consumidores que tenham exercido a opção prevista nos arts. 15º e 16º da Lei no 9.074, de 1995, e que sejam conectados à rede básica.”

Conforme figura a seguir, é possível verificar a estrutura do ONS.

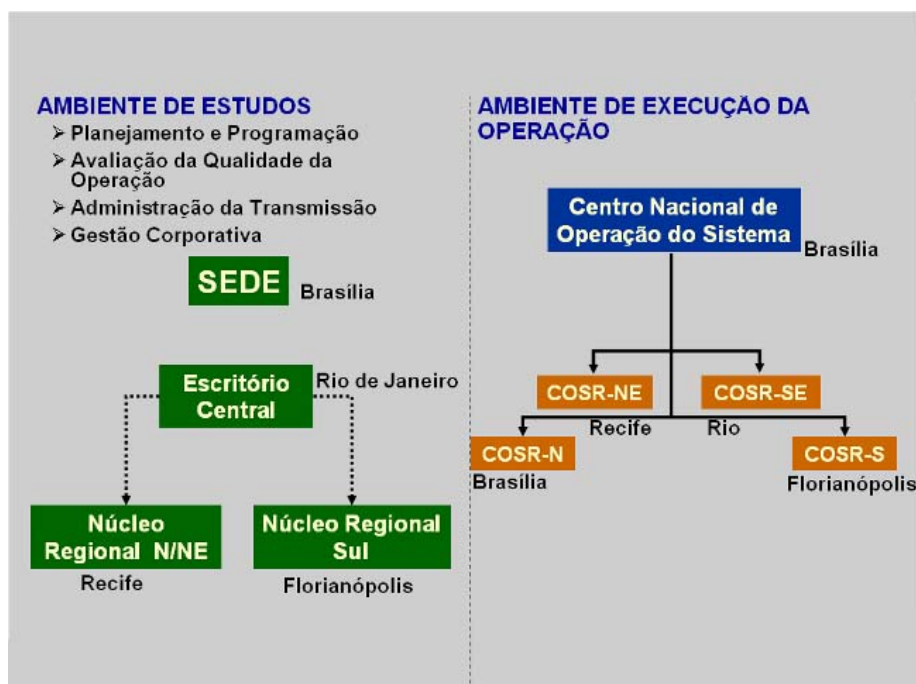


Figura 6 - Organização do ONS

Os Centros de Operação do ONS:

- Anualmente controlam mais de 49.000 intervenções;
- Recebem a cada 4 segundos mais de 40.000 medidas;
- Gravam diariamente mais de 10 milhões de registros;
- Utilizam sistema de telecomunicações com disponibilidade igual ou acima de 99,98%;
- Têm à disposição 761 instruções de operação e 1040 diagramas unifilares sempre atualizados.

Com isso o ONS mantém sua missão de *“Operar o Sistema Interligado Nacional de forma integrada, com transparência, equidade e neutralidade, de modo a garantir a segurança, continuidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica no país.”*

Com esta administração pelo ONS, têm-se os seguintes ganhos:

- Investimentos evitados;
- Substituição de geração térmica por hidráulica;
- Reserva de potência compartilhada;
- Vertimentos evitados;
- Regulação de bacias e controle de cheias.

Estes ganhos sinérgicos de energia equivalente a 25% em energia assegurada, o que equivale em faturamento anual a 08 bilhões de reais, com um investimento evitado de 68 bilhões de reais.

3.3. SAGE

O ONS utiliza para a monitoração do SIN, na sala de controle do CNOS, o sistema de supervisão e controle conhecido como SAGE. Para um maior entendimento do software OTS, é interessante um conhecimento da plataforma

na qual o mesmo trabalha, por isso, é feita uma descrição com as principais funcionalidades do SAGE.

O Sistema Aberto para Gerenciamento de Energia - SAGE – foi desenvolvido pelo Centro Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL – buscando minimizar os problemas comuns aos sistemas atuais, implantados em várias empresas brasileiras, que sofrem pela dificuldade de incorporação de avanços tecnológicos e pelos custos de manutenção e expansão, principalmente devido à sua grande dependência em relação aos fornecedores originais dos sistemas.

3.3.1. Características do SAGE

O sistema SAGE desenvolve as funções de gerenciamento de energia em centros de controle, suportado por uma arquitetura que contempla em toda a sua plenitude as características de sistemas abertos. Sua funcionalidade pode ser configurada para diversas aplicações no processo de automação das empresas, desde aplicações locais em usinas e subestações, com arquiteturas de baixo custo (PCS), até aplicações em centros de operação de grande porte suportadas por redes locais heterogêneas e hardware (estações de trabalho) de diferentes fabricantes. O software de aplicação pode diferir de acordo com o ambiente de aplicação, porém o suporte computacional permanece o mesmo.

O SAGE se configura como uma solução unificada para todos os níveis de supervisão, com conseqüente redução dos custos de implantação e manutenção. Isto se torna de grande relevância pelo fato do custo total de um sistema de supervisão e controle não depender somente do investimento inicial de aquisição, mas principalmente do processo evolutivo ao longo da vida útil do mesmo.

Sob o aspecto da facilidade de integração do sistema de supervisão com a rede de informação da empresa, o SAGE habilita o centro de operação de uma empresa a se tornar um centro estratégico de aquisição e tratamento de informação, vital para o salto qualitativo na prestação de serviços de suprimento de energia elétrica.

O SAGE é composto, basicamente, por dois grandes sistemas, quais sejam:

- Sistema Básico formado pelos seguintes subsistemas:
 - ✓ Subsistema de Tratamento de Informações (STI), responsável pela definição e manutenção das bases de dados em ambiente Off-Line;
 - ✓ Subsistema de Suporte Computacional (SSC), responsável pela gerência da base de dados tempo real e pelas tarefas de controle dos processos na rede de tempo real;
 - ✓ Subsistema de Aquisição e Comunicação de Dados (SCD), responsável pelas tarefas de aquisição e tratamento de dados, distribuição de dados e comunicação com os outros níveis hierárquicos;
 - ✓ Subsistema de Interface Gráfica (SIG), responsável pelas atividades de interface do sistema com os usuários (despachante, engenheiro, equipe de suporte etc.).

- Sistema de Aplicação formado pelo Subsistema de Análise de Redes (SAR) em Tempo Real e em Modo Estudo e eventuais aplicativos desenvolvidos para atender a necessidades específicas dos clientes.

A figura a seguir ilustra a arquitetura do sistema básico e do sistema de aplicação, bem como a integração entre eles.

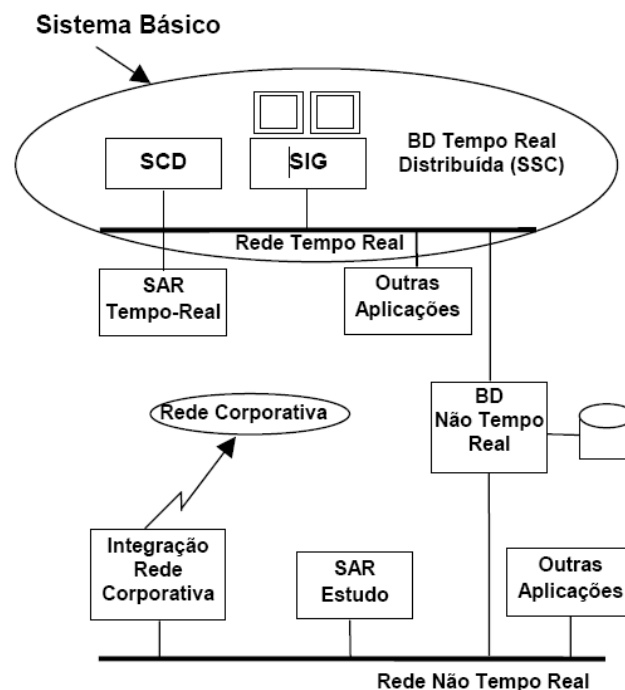


Figura 7 - Arquitetura do sistema SAGE

O sistema SAGE é disponível na forma de dois produtos. O produto SAGE-SCADA é formado pelo software do Sistema Básico e desenvolvido nos níveis hierárquicos inferiores (nível de SE/USs e COSs). O produto SAGE-EMS incorpora o Subsistema de Análise de Redes e outros aplicativos ao produto SAGE-SCADA e é utilizado nos níveis superiores na hierarquia de supervisão e controle. (COSRs e o CNOS).

3.3.2. Estrutura do software SAGE

O sistema operacional é o UNIX em conformidade com o nível XPG4 Base Profile da X/OPEN. É utilizado o protocolo TC/IP para comunicação em rede.

O SAGE desenvolve um conjunto de serviços de Suporte Computacional que executam as tarefas de startup, shutdown, failover, ativação e desativação de processos, etc. Utiliza ainda, o sistema X-Window e a biblioteca de objetos gráficos MOTIF como suporte do desenvolvimento de módulos específicos para executar a atividade de interação com o usuário (Interface Homem-Máquina) em tempo real.

A comunicação de Dados é desempenhada por módulos que permitem a ligação do SAGE com uma variedade de equipamentos de campo (UTRs ou CLPs) ou centros de controle (CORs ou COSs).

O SAGE possui ainda uma interface entre o sistema de tempo real e o ambiente corporativo da empresa. É possível armazenar na base de dados corporativa grandezas de tempo real, assim como dados históricos para posterior análise.

O SAGE possui as funcionalidades necessárias ao seguro gerenciamento do sistema elétrico em tempo real, através da incorporação de programas de modelagem e estimação de estado, análise de contingências, controle de emergência e controle de segurança. Ainda no ambiente de tempo real, está em fase de implantação um sistema para efetuar o Controle Automático de Geração. (CAG).

Na área de estudo um conjunto de funções (Fluxo de Potência Convencional, Equivalente de Rede, Análise de Contingências, Fluxo de Potência Ótimo,

Estabilidade Eletromecânica, etc.) estão sendo integradas em um único ambiente através de um banco de dados relacional e uma interface gráfica.

Resumindo, no nível de software básico, os servidores e estações de trabalho deverão utilizar:

- Sistema operacional: tipo UNIX compatível com o padrão X-Open XPG4 Base Profile;
- Ambiente gráfico: X-Window versão 11 release 05 e software de apresentação OSF-Motif V1.2;
- Ambiente de desenvolvimento: Compiladores C, C++ e FORTRAN 97 padrão ANSI. Ferramenta gráfica com editor, debugger e builder.
- Difusão de dados: Rede dedicada por software do CEPEL;
- Banco de dados: Gerenciador de banco de dados relacional (INFORMIX).
- Em micros (PCs) são utilizados o software EXCEED, que emula o ambiente SAGE, através de acesso pela rede via TCP/IP.

3.3.3. Estrutura de Hardware no CNOS

O hardware dedicado ao ambiente tempo-real compreende:

- Dois servidores HP Modelo ML350 com processador XEON de 3.0 GHz (SPECint_rate2000), com memória de 4 Gb;
- Um sistema de disco de alta disponibilidade, (disk array - RAID 5), com 72 Gb expansível para 144 Gb, interligados aos servidores através de barramento de fibra óptica (1 Gbytes/s);
- Seis consoles sendo cada console constituída de uma estação de trabalho INTEL (XEON), com memória de 02 Gb expansível para 04 Gb e 02 monitores de LCD de 19”;
- Um sistema redundante de aquisição de dados dos COSRs do ONS, diretamente ligado aos servidores INTEL;
- Sistema de Backup (Tivoli Storage Manager) conectado a biblioteca automática de fitas LTO;
- O hardware dedicado ao ambiente não tempo-real compreende:
- Dois servidores HP Modelo ML350 com processador XEON de 3.0 GHz (SPECint_rate2000), com memória de 04 Gb;

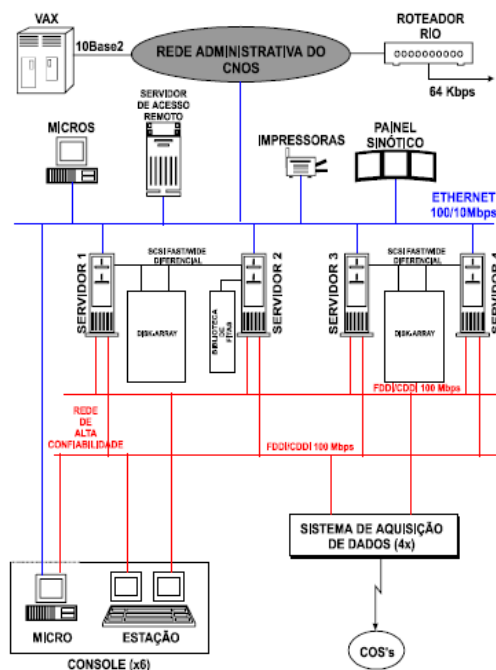


Figura 8 - Estrutura do SAGE no CNOS

- Um sistema de disco de alta disponibilidade, (disk array - RAID 5), com 72 Gb expansível para 144 Gb, interligados aos servidores através de barramento de fibra óptica (1Gbytes/s);
- Modems e roteadores para acesso remoto;
- Postos de trabalho locais (micros tipo PC);
- Painel sinótico;
- Impressoras;
- A interligação do SAGE com a rede administrativa do CNOS é realizada através de Firewall.

3.3.4. Aplicativos do SAGE/EMS

Aplicações de tempo-real:

- Configurador da Rede
- Estimador de Estado
- Análise de Contingências
- Controle de Emergências

- Análise de Estabilidade de Tensão

Aplicações de modo de estudo:

- Fluxo de Potência Convencional
- Análise de Contingências
- Análise de Sensibilidade
- Equivalente de Redes
- Fluxo de Potência Ótimo

3.3.5. Características do sistema supervisionado pelo SAGE/CNOS

- Números de barras: 2022;
- Números de instalações: 765;
- Número de medidas analógicas: 28308;
- Número de medidas digitais: 30313;
- Número de grandezas calculadas: 554.

3.3.6. Visibilidade do SAGE

Segue a seguir alguns dos ambientes de trabalho do SAGE

- Visor de Acesso

Visor onde os usuários têm acesso à interface gráfica do SAGE. Tem o objetivo de garantir o acesso ordenado aos módulos do Subsistema de Interface Gráfica (SIG) através da verificação de senhas e privilégios. Este visor também envolve as atividades do controle de entrada e saída de usuários da interface do SAGE: ativação de programas, verificação dos privilégios do usuário e dos estados dos programas.

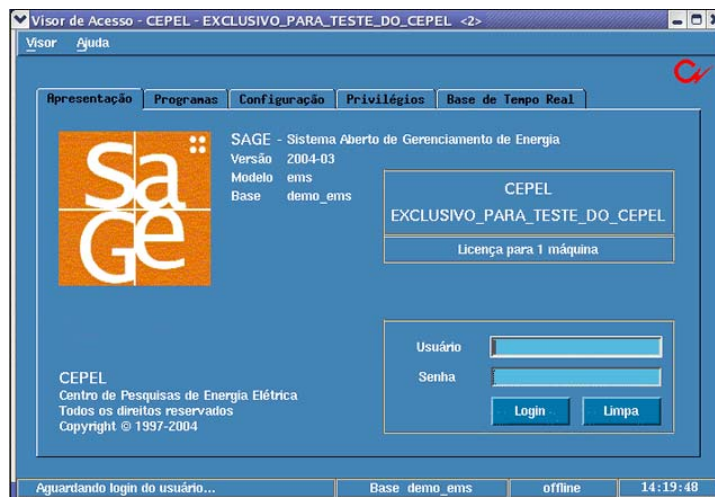


Figura 9 - Visor de Acesso do SAGE

➤ SigDraw

O SigDraw é um editor gráfico desenvolvido especialmente para a edição de telas do SAGE. Estas telas são apresentadas através de módulo de tempo real denominado Visor de Telas. Possui características que agilizam a edição de telas do sistema elétrico, e permite criar além dos objetos específicos, objetos usuais nos editores convencionais, tais como textos, linhas e outros.

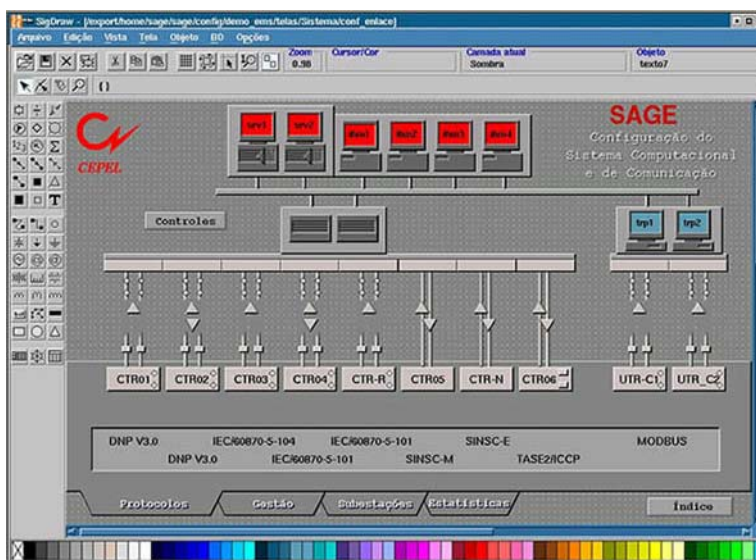


Figura 10 - Visor do Editor Gráfico

➤ Visor de Alarmes

O Visor de Alarmes e Eventos é uma ferramenta para monitoração de alarmes e eventos do sistema elétrico e do sistema de supervisão, bem como de eventuais aplicações computacionais existentes.

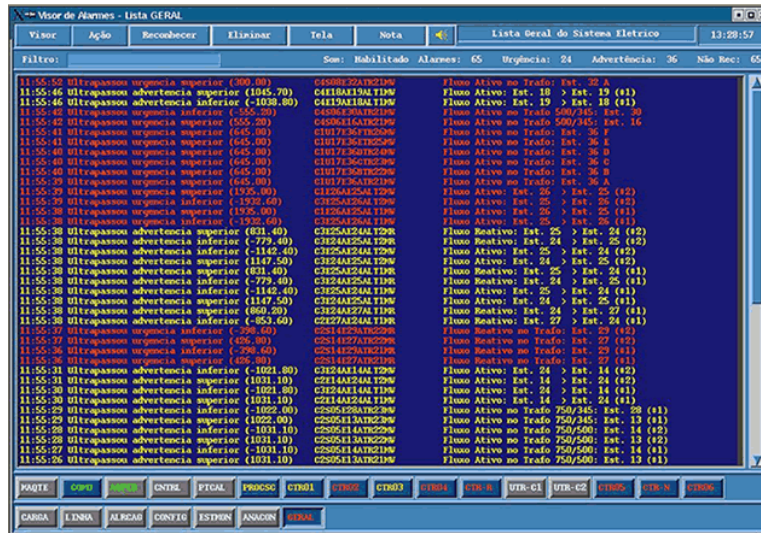


Figura 11 - Lista de Alarmes do Sistema

➤ Visor de Logs

O Visor de Logs é uma ferramenta simples para a visualização de arquivos históricos, contendo as mensagens de alarmes e eventos do sistema elétrico e do sistema computacional.

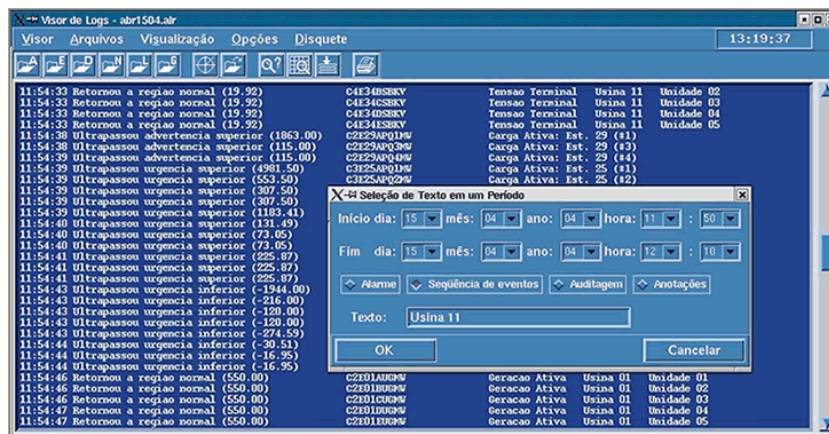


Figura 12 - Logs do sistema SAGE

➤ Visor de Telas

O módulo Visor de Telas é uma ferramenta simples e poderosa para a monitoração e controle de sistemas de energia elétrica.

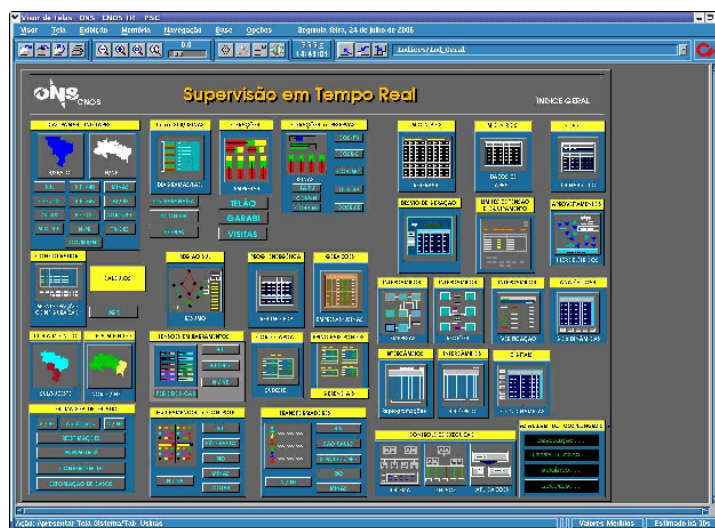


Figura 13 - Visor de Telas - Índice Geral do CNOS

➤ Visor Histórico

O módulo Visor Histórico é uma ferramenta gráfica que permite a visualização e a análise dos dados analógicos históricos gerados pelo SAGE, representados em forma de curvas bidimensionais em um gráfico XY.



Figura 14 - Histórico das grandezas do SAGE

➤ Visor de Cálculos

O módulo Visor de Cálculos é uma ferramenta para a definição e a monitoração de pontos calculados dinamicamente em sistemas de energia elétrica.

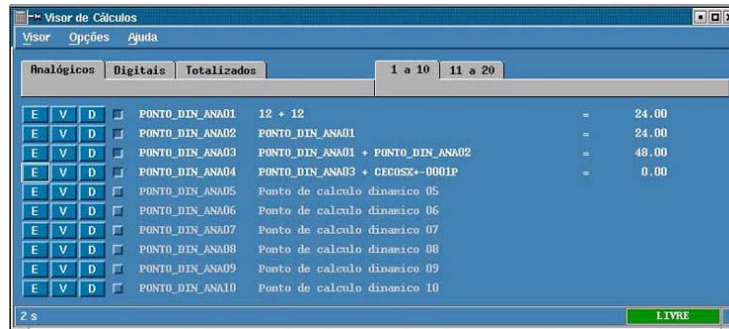


Figura 15 - Visor de cálculo do SAGE

➤ Visor de Base

O módulo Visor de Base é uma ferramenta para a visualização e alteração dos dados contidos no banco de dados de tempo real do SAGE, servindo como uma interface gráfico-interativa entre um usuário habilitado e as informações configuradas.

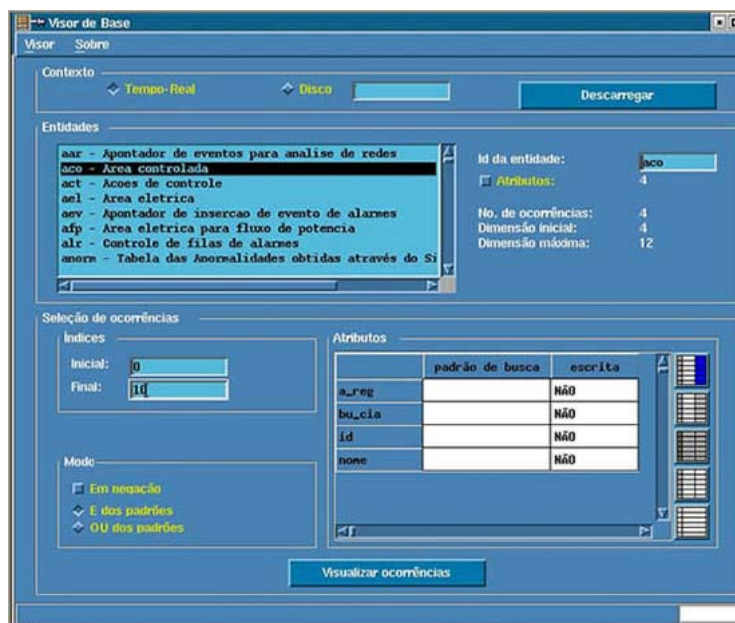


Figura 16 - Acesso à Base de Dados do SAGE

➤ Visor de Processos

O módulo Visor de Processos é uma ferramenta para o controle e a monitoração dos processos do SAGE, servindo como uma interface gráfico-interativa entre um usuário habilitado e os serviços do GCD (Gerente de Controle Distribuído).

	srv1	srv2	ihw1	ihw2
gncd	RODANDO	Não iniciado	Não iniciado	Não iniciado
ncast	RODANDO	Não iniciado	Não iniciado	Não iniciado
rarqd	RODANDO	Não iniciado	Não iniciado	Não iniciado
alr	RODANDO	Não iniciado	---	---
nscd	---	---	Não iniciado	Não iniciado
sac	RODANDO	Não iniciado	---	---
sdd	RODANDO	Não iniciado	---	---
cnul	RODANDO	Não iniciado	---	---
1104	RODANDO	Não iniciado	---	---
1101	RODANDO	Não iniciado	---	---
dnp3	RODANDO	Não iniciado	---	---
nodb	RODANDO	Não iniciado	---	---
cno	RODANDO	Não iniciado	---	---
cos	RODANDO	Não iniciado	---	---
calc	RODANDO	Não iniciado	---	---
hist	RODANDO	Não iniciado	---	---

Buttons: Habilita, Desabilita

Mode: auto | Local: srv1 | Host: mm1 | Nô: mm1 | Base: demo_ens

Figura 17 - Visor de Processos do SAGE

➤ Visor de Tendências

O Visor de Tendências monitora os valores analógicos do sistema através de curvas que mostram, graficamente, a tendência dos valores para cada grandeza.



Figura 18 - Curvas de Tendência no SAGE

➤ TsrMonitor

O TsrMonitor é um gerenciador gráfico que permite a monitoração e gestão dos canais de comunicação estabelecidos através de equipamentos servidores de terminais (TerminalServers) e que estejam sendo utilizados pelos Transportadores de Protocolo do SAGE.

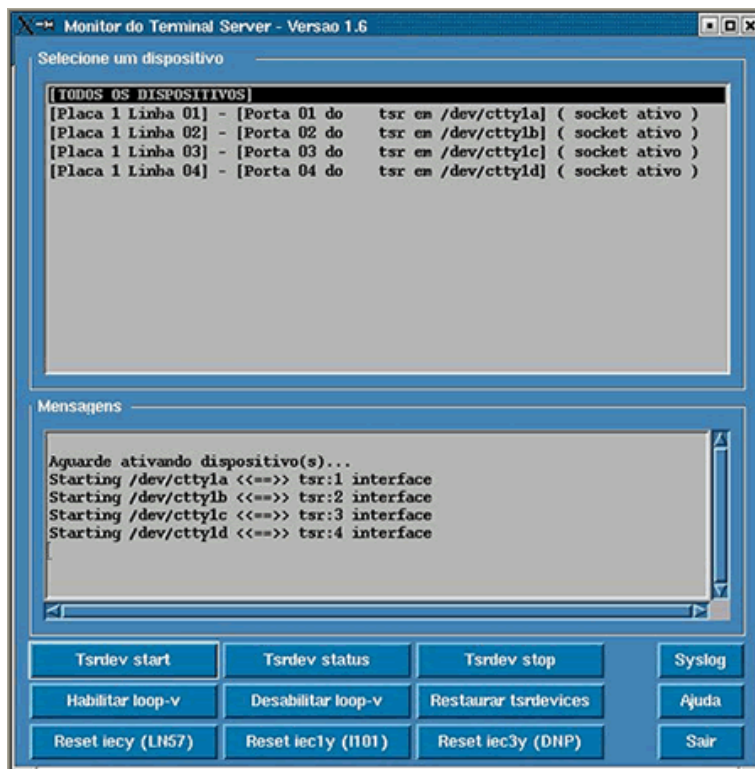


Figura 19 - Monitor de Acesso ao SAGE

3.4. A ferramenta de treinamento OTS - Operator Training System

Uma das ferramentas integradas ao SDSC do CNOS pelo CEPEL é o simulador de treinamento OTS, desenvolvido pelo EPRI – Electric Power Research Institute e mantido pela empresa americana DSI. No Brasil, ele foi adaptado ao SAGE pelo CEPEL e integrado ao CNOS. Aqui será feita a descrição deste simulador, demonstrando a ferramenta principal utilizada no treinamento dos operadores do CNOS.

O OTS se caracteriza como um sistema computacional que simula o comportamento do sistema elétrico real e responde às mudanças nas condições operacionais seja por atuação do operador ou por eventos do sistema, onde integrado ao sistema SAGE, transforma a solução de um fluxo de potência em visualização gráfica para o usuário, que a cada mudança de configuração executa novamente o fluxo de carga e transporta os resultados para as telas do SAGE, ambiente de trabalho comum aos operadores e engenheiros do CNOS.

3.5. Estrutura do Simulador

Este sistema é composto fundamentalmente de duas ferramentas: um simulador digital, em tempo-real, de sistemas elétricos; e um sistema de Supervisão e Controle de Sistemas Elétricos. Tal ambiente de simulação pode ser empregado em diferentes atividades, onde as principais são [29]:

- Educação primária do operador (assimilação de conceitos e procedimentos de operação);
- Adaptação ao ambiente da sala de controle;
- Treinamento complementar – confronto com situações pouco previsíveis;
- Reciclagem de operadores;
- Treinamento de qualificação para um nível superior;
- Treinamento preparatório para alterações futuras nos procedimentos e configurações da rede;
- Aumento de conhecimento sobre o sistema.

Além destes objetivos, o sistema de treinamento SAGE/OTS pode ser utilizado em outras aplicações, tais como: certificação de operadores e despachantes, teste de novas instalações EMS/DMS, treinamento de trabalho em equipe, teste de novas aplicações, reconstituição de eventos para análise de ocorrências, verificação da aplicação de Instruções de Operação etc.

A Figura 20 apresenta o diagrama da estrutura de um centro de treinamento típico. Nele os operadores estão envolvidos pelo mesmo ambiente de um centro de controle real, sendo que todas as suas atividades são acompanhadas por um Instrutor.

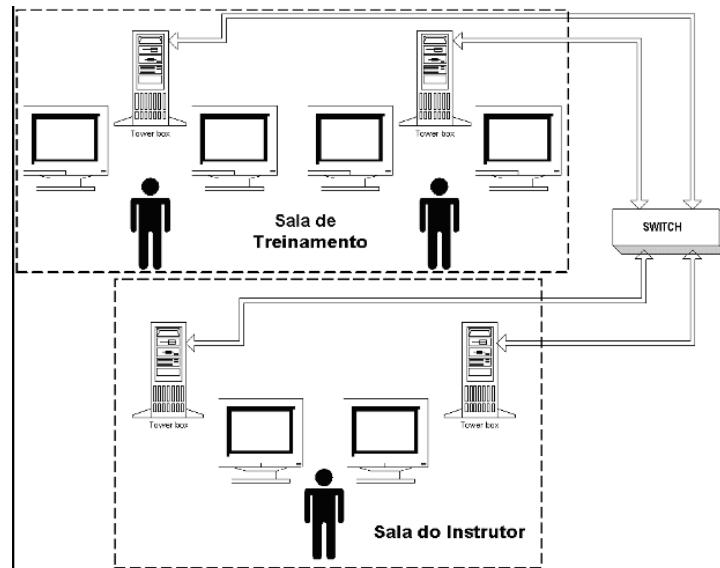


Figura 20 - Modelo de Centro de Treinamento

3.6. Estratégias de integração

O Simulador OTS foi desenvolvido baseando-se em duas ferramentas importantes para o sistema elétrico: o Simulador Digital de Redes Elétricas, e o Sistema de Gerenciamento de Energia.

Os Simuladores Digitais de Redes Elétricas são programas de computador que simulam uma rede elétrica em tempo real. Isto é, a cada segundo transcorrido nos processos simulados pelo programa, corresponde um segundo transcorrido na situação real. Atualmente já existem alguns destes programas no mercado mundial, desenvolvidos para esta aplicação específica, e que continuam em evolução acompanhando o desenvolvimento do poder de processamento dos computadores.

O processo de integração entre um sistema EMS e um Simulador Digital em tempo real é bastante complexo e demanda meses de trabalho intenso. Esta integração pode ser feita de duas formas diferentes. A primeira forma é através

de um sistema de troca de mensagens proprietárias entre os dois programas, como na Figura 21.

Esta tarefa resultaria em uma interface particular, que só serviria para um simulador específico. No caso de se pretender integrar outro simulador (talvez com melhor desempenho ou preço), todo o trabalho teria de ser refeito. Em vista disto é conveniente buscar uma alternativa mais flexível e econômica.

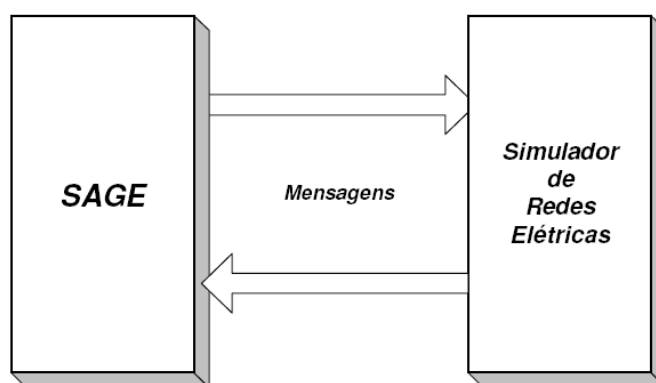


Figura 21 - Integração via troca de mensagens

Buscando esta flexibilidade através da padronização, não somente para simuladores de treinamento, mas para qualquer aplicativo EMS, o EPRI iniciou o projeto CCAPI ("Control Center API"), o qual gerou a especificação de um modelo padrão de bases de dados EMS, denominado CIM ("Common Information Model") e de uma API (conjunto de instruções e padrões de programação para acesso a um aplicativo de software baseado na Web) padrão para acesso a esses dados [18]. Dando continuidade a IEC (International Electrotechnical Commission), padronizou essas definições a nível internacional (IEC, TC 57: IEC 61970-301, 61970-302, 61970-501).

Assim, a estratégia escolhida pelo ONS para se integrar um simulador ao aplicativo EMS em questão, foi torná-lo aderente à base de dados CIM (Figura 22). O trabalho de integração só será realizado uma vez (economia nos custos) permitindo acesso futuro do aplicativo a diferentes simuladores (flexibilidade na seleção do simulador mais adequado).

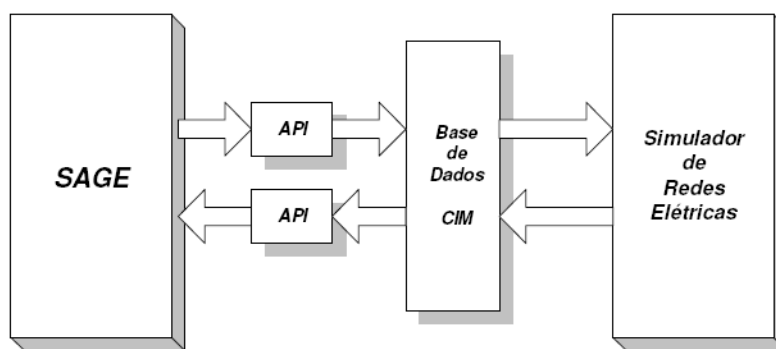


Figura 22 - Integração via base de dados padrão

Cada versão do OTS promove um incremento de:

- Transferência de Tecnologia – de maneira a controlar o risco envolvido com as novas tecnologias e tecnologias não completamente maduras;
- Dimensão da rede modelada – partindo-se de um sistema de pequeno porte de demonstração, para um de médio porte e chegando-se eventualmente até a rede completa do sistema elétrico brasileiro;
- Complexidade do modelo de dados – estendendo cada vez mais o modelo pré-existente do sistema SAGE;
- Projeto e Desenvolvimento dos *softwares de interface* entre o SAGE e o OTS (Filtros) – com melhoria de funcionalidade e desempenho;
- Capacidade de simulação (tipos de estudos) – pelo aumento do domínio da tecnologia de simulação.

Esta estratégia se mostrou bastante adequada ao projeto, e sua adoção resultou em quatro versões principais, onde a cada nova versão acrescentava-se um grau a mais na integração e/ou na complexidade da rede modelada:

Versão 1 – simulador operando com a rede de demonstração do OTS, através do ambiente PACE (interface de operação do OTS);

Versão 2 – Rede de demonstração do SAGE importada para base CIM e sendo representada no OTS;

Versão 3 – Implantação da rede completa do CNOS, utilizando o ambiente SAGE.

3.7. Arquitetura do simulador

O processo de interligação entre o sistema SAGE e o Simulador demandou o desenvolvimento por parte do CEPEL de uma série de ferramentas, tais como: filtros estáticos, filtros dinâmicos, desenvolvimento de protocolos de comunicação, telas especiais, etc.

A Figura 23 apresenta a arquitetura geral do sistema.

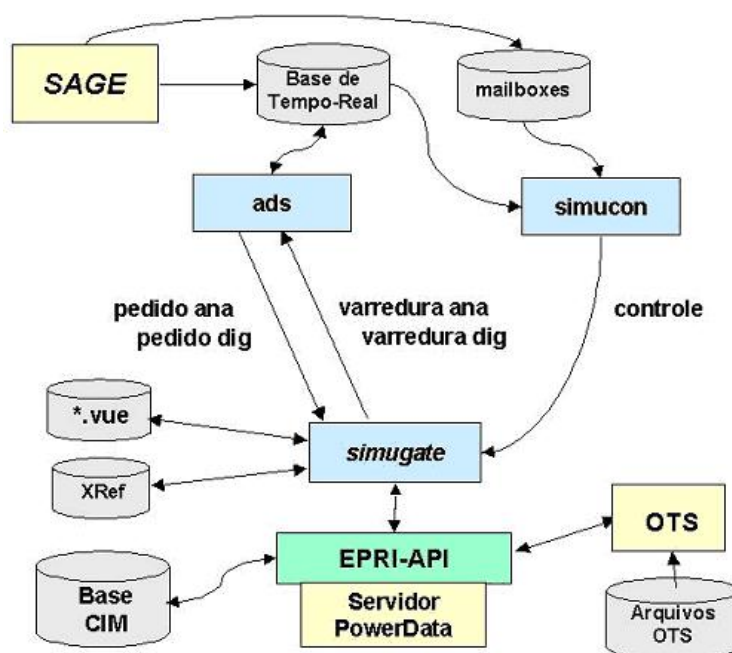


Figura 23 - Arquitetura Geral do Sistema SAGE-OTS

Nesta figura, observam-se os principais componentes da arquitetura na solução proposta para o sistema:

- Base SAGE – base de dados operacional distribuída do sistema em tempo-real;
- EPRI-API – biblioteca de rotinas com interface padronizada para acesso a uma base de dados com modelo CIM;
- Simulador OTS – Simulador para Treinamento de Operadores;
- Filtros – Aplicativos de integração entre o SAGE e a EPRI-API.

3.8. Componentes da integração

No processo de integração do sistema EMS ao simulador, dois aplicativos principais foram desenvolvidos: o filtro estático e o filtro dinâmico.

O filtro estático faz a transferência dos dados cadastrais da base do sistema EMS para a base de dados CIM do Simulador. Ele permite compatibilizar a base de dados do SAGE à do EPRI/OTS.

O filtro dinâmico faz a conexão, em tempo-real, dos pontos de comando e supervisão do sistema EMS ao sistema elétrico representado no Simulador.

Para a concepção dos Filtros e demais componentes da arquitetura de solução, os seguintes requisitos serviram como base:

- Utilização de tecnologias maduras de mercado;
- Aderência a padrões (formais ou “de fato”);
- Maximizar a reutilização de recursos disponíveis;
- Reduzir de antemão as necessidades de manutenções futuras;
- Criar um ambiente de treinamento similar ao ambiente de operação, do ponto de vista de usuário final;
- Manter o quanto possível uma configuração única de base de dados para operação e para simulação;
- Fácil transferência do cenário de tempo real para o simulador;
- Flexibilidade para a realização de treinamento à distância. Isto é, o ambiente do instrutor poderá estar separado geograficamente do ambiente dos treinandos.

O filtro estático é executado sempre que se deseja fazer a manutenção da base de dados CIM para estar em consonância com a base de dados do SAGE.

3.9. Formação da base de dados do OTS

O processo de criação da base do OTS para funcionamento ocorre da seguinte maneira:

- Cópia da base de dados do SAGE para dentro do servidor do OTS, para que a base SAGE do simulador seja a mesma do SAGE em tempo real;
- Cópia do arquivo `exportnet.dat` para dentro do servidor do OTS. Este arquivo que carrega todos os dados defaults do simulador, como por exemplo, valor da constante de inércia das máquinas, regulagens de CAGs e modelo primário de máquinas;
- Cópia do arquivo `offsage.dat`. Este arquivo de entrada do OTS possui as configurações customizadas do sistema a ser simulado, entre estas se destacam as seguintes:
 - ✓ Título do sistema carregado;
 - ✓ Configurações iniciais de tempo;
 - ✓ Configuração de carga do OTS;
 - ✓ Configuração dos CAGs do OTS, customizando cada um com suas devidas características;
 - ✓ Curvas de carga de cada empresa;
 - ✓ Definição das estações do ano;
 - ✓ Entrada das constantes de inércia das máquinas do sistema;
 - ✓ Relés de proteção de unidades (Usinas/Subestações).
- Cópia do arquivo `ONS.sss`. Este arquivo pode ser gerado quando é feita uma captura de um snapshot do SAGE. O snapshot é uma fotografia do estimador de estados do SAGE, trazendo informações instantâneas da configuração, geração e carga do SIN (supervisionado pelo ONS e estimado no SAGE), possibilitando o simulador iniciar a simulação do ponto exato que o sistema está operando. O arquivo `ONS.sss` é a cópia exata deste *snapshot*;

- Com estes três arquivos, através da execução do `exportnet.exe`, é criado o arquivo `ONSNET`. Este arquivo é base do OTS, onde se encontram todos os dados do sistema a ser carregado pelo OTS. A vantagem deste arquivo, por ele ser a essência do sistema que logo será carregado ao OTS, é a possibilidade de edição de alguns parâmetros antes de sua instalação.

3.10. Funcionamento básico do simulador

Ao iniciar-se o simulador, o mesmo pode carregar o momento default, trazido pelo `ONS.sss`, e carregado automaticamente, ou carregar outras fotografias através de snapshots gerados no momento desejado direto do SAGE tempo real.

A partir daí, com o carregamento, o simulador começa a executar fluxo de potência continuamente, utilizando o método de Newton-Raphson. Este fluxo de potência tem o tempo limite de execução de 01 segundo, pois é o tempo de varredura do SAGE com o OTS, apesar deste tempo, nas máquinas do OTS alcançarem o valor máximo de 100 milissegundos (este item será detalhado no capítulo 9, subcapítulo 9.6).

Como o próprio OTS não gera contingências por si próprio, a única variação existente na simulação é uma ondulação na carga do sistema de até 10%, sendo este valor ajustado inicialmente.

Variações como curvas de carga e contingências de qualquer ordem são feitas pelo usuário, programadamente ou não.

3.11. Funcionalidades do OTS

O número de funcionalidades do OTS o torna uma ferramenta poderosa para treinar, aprender, discutir e avaliar. Seguem abaixo as principais funcionalidades deste software.

3.11.1. Funcionalidades dentro do ambiente SAGE

A simulação é feita, principalmente pelo treinando, através do IHM (interface homem-máquina) do SAGE, facilitando a navegação no mesmo.

Através do SAGE o treinando pode executar as seguintes manobras:

- Abertura/Fechamento de disjuntores e chaves seccionadoras;
- Comando de comutação de TAP em transformadores;
- Envio de setpoint (ajuste do ponto de operação) para as máquinas geradoras, mudando seu valor de potência ativa;
- Envio de setpoint para máquina geradora para mudança no valor de tensão da mesma;
- Envio de setpoint para compensador síncrono para mudança no valor de tensão de referência do mesmo;

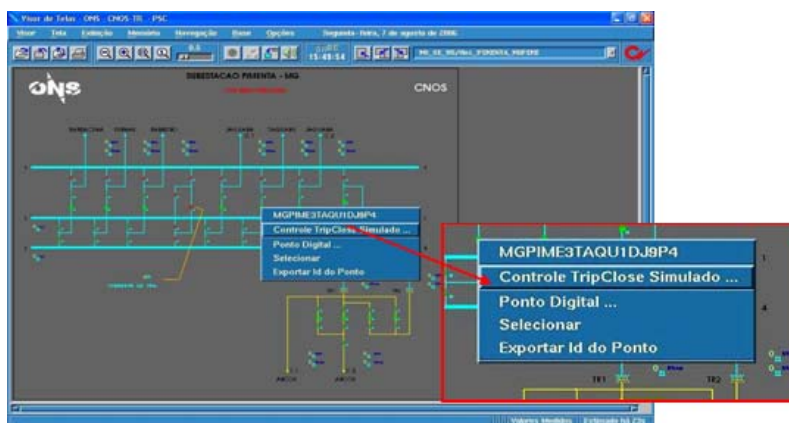


Figura 24 - Telas de comando no ambiente SAGE - comando de disjuntor



Figura 25 - Tela de comando da unidade geradora

- Além disso, é possível utilizar todas as ferramentas do SAGE no ambiente do OTS, como por exemplo, o Visor de alarmes e demais aplicativos.

3.11.2. Funcionalidades dentro do ambiente PACE

O OTS na verdade transfere as funções acima citadas para o ambiente SAGE, assim como as pseudo-medidas, mas todas as funcionalidades deste aplicativo são realizadas no PACE.

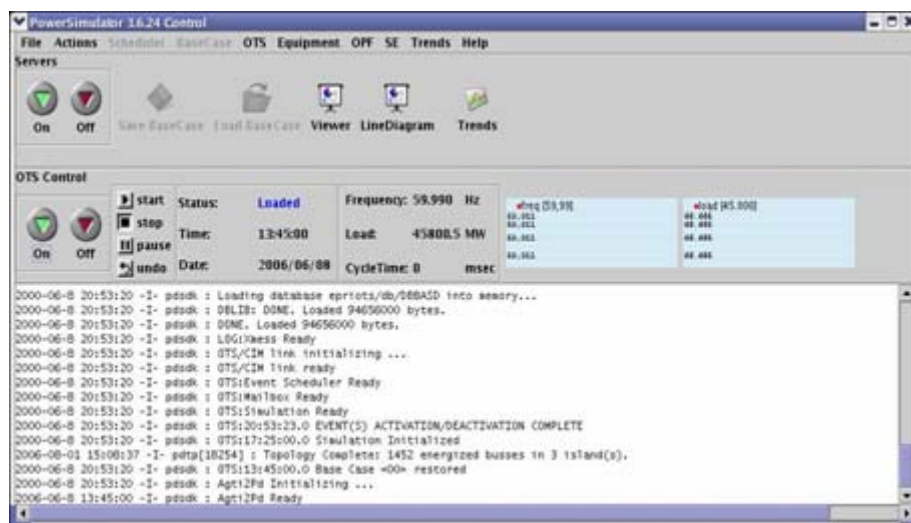


Figura 26 - Ambiente PACE

Neste ambiente, além das possíveis no ambiente SAGE, existe ainda:

- Do comando do simulador:
 - ✓ Iniciar/pausar e parar uma simulação;
 - ✓ Carregar um snapshot do SAGE como um basecase (caso base);
 - ✓ Salvar uma configuração durante uma simulação como um basecase;
 - ✓ Salvar uma seqüência de snapshots para visualizar uma determinada manobra;
 - ✓ Condições para Blecaute;
 - ✓ Condições para fechamento de disjuntores;
 - ✓ Flutuação da carga;

- ✓ Características do fluxo de potência;
 - ✓ Ajuste do horário de simulação.
- Da visualização do PACE:
- ✓ Verificar gráfico dinâmico da carga total e individual das empresas existentes na simulação;
 - ✓ Verificar gráfico dinâmico da frequência da rede da principal ilha do sistema (caso ONS é a ilha de Angra, formada pelo sistema 60 Hz do SIN);
 - ✓ Visualização da programação de intercâmbio e das linhas de interligação;
 - ✓ Visualização das ilhas elétricas;
 - ✓ Visualização do sumário da atual simulação, com dados gerais desta, como carga e geração;
 - ✓ Verificar o log de execução dos comandos e eventos;
 - ✓ Verificar o status das subestações, carregamento de linhas e transformadores, alimentadores e status dos geradores do sistema.
- Dos comandos extras dentro da simulação (além do SAGE):
- ✓ Controle total do CAG de cada área, onde controla o valor de Bias, frequência de referência, intercâmbio programado, rampa para reprogramações, modo para despacho para econômico ou controle de frequência, modo de operação do CAG (FF, TLB, TLF), além das características em cada área;

	3	7	9	5	6	4	8	10	11	12
ACE	0.00	0.00	32.16	34.24	59.08	0.00	-59.03	83.14	174.92	0.00
ControlMode	ConstantFrequency	ConstantFrequency	TieLineAs	TieLineAs	TieLineAs	ConstantFrequency	TieLineAs	TieLineAs	TieLineAs	ConstantFrequency
ScheduleChange	0.0	9817.2	-82.1	4104.4	-689.5	0.0	-5924.1	-2575.9	-4860.2	0.0
ActualInterchange	0.0	9444.9	-29.0	4344.8	-608.1	0.0	-5991.2	-2477.1	-4684.3	0.0
GenDesiredMW	0.0	10353.8	4208.4	9020.2	5535.5	0.0	2141.8	3877.1	7883.0	0.0
CamDesiredMW	0.0	10353.8	4208.4	9020.2	5535.5	0.0	2141.8	3877.1	7883.0	0.0
GenActualMW	0.0	11819.0	4731.0	11355.0	7943.0	0.0	11107.0	6394.0	10706.0	0.0
LoadMW	0.0	705.3	4051.3	4314.1	6046.5	0.0	772.3	5925.4	12242.1	0.0
UnavailMW	0.0	5.5	228.3	395.7	176.0	0.0	310.5	505.1	495.9	0.0
Bias (MW/Hz)	0.50	0.50	250.00	205.00	223.00	0.50	154.00	300.00	400.00	0.50
Ramp (m/s)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
InterEnergy	0.0	56.2	-43.0	-49.0	-18.8	0.0	35.3	-20.3	39.5	0.0
TimeError	0.00	0.76	0.76	0.76	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	0.00
HourlyCost	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BILambda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Enable LFC	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No
Enable EDCP	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
SchedFreq	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
PK	3	7	9	5	6	4	8	10	11	12
ControlArea	AR	IB	MG	N	NE	PY	S	SE	SP	UY

Figura 27 - Controle do CAG

- ✓ Comando de todos os disjuntores;
- ✓ Comando das unidades geradoras, alterando ajuste de potência, tensão, regulador automático de tensão, modo de operação, e comando de abertura ou fechamento de disjuntor da unidade geradora;
- ✓ Ajuste das características das unidades geradoras, como rampa de tomada de carga, grandezas de controle e estatismo;

Company	Station	Generator	PrimeMo...	Window...	MW	MVAR	MVA	Nominal...	Actual KV	Mode
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	OFF
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	OFF
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	77.4	727.2	18.0	17.7	LFC-Loa...
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	72.3	726.7	18.0	17.7	LFC-Loa...
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	100.5	730.0	18.0	17.8	LFC-Loa...
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	69.8	726.4	18.0	17.6	LFC-Loa...
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	80.0	727.5	18.0	17.7	LFC-Loa...
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	80.0	727.5	18.0	17.7	LFC-Loa...
IB	PRIT60	PRIT600...	Unknown		723.1	69.8	726.4	18.0	17.6	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		704.3	266.9	753.2	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		705.9	267.2	754.8	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		701.8	266.5	750.7	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		704.3	266.9	753.2	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		704.3	266.9	753.2	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		706.8	267.3	755.6	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		672.8	86.7	678.4	18.0	17.7	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		705.1	267.0	754.0	18.0	18.3	LFC-Loa...
IB	PYIT50	PYIT500...	Unknown		706.8	267.3	755.6	18.0	18.3	LFC-Loa...
MG	MGBARR	MGBARR...	Unknown		0.0	28.2	28.2	13.8	14.4	CON-Co...
MG	MGEMBO	MGEMBO...	Unknown		293.7	56.9	299.2	16.5	16.8	LFC-Loa...

Figura 28 - Tabular para controle das usinas

- ✓ Edição dos alimentadores modulados no SAGE, podendo alterar os valores de potência ativa e reativa;

Company	Station	Nominal	Load	Feeder	MW	MYAR	Cold MW	Cold M...	NonCon...	NonCon...	Enabled?
IB	PRIT60	500.0	PRIT60...	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PRIT60	500.0	PRIT60...	1	42.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYIT50	500.0	PYIT50...	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYIT50	500.0	PYIT50...	1	-1.5	-315.2	0.0	0.0	-1.5	-316.0	Yes
IB	PYSEMD	220.0	PYSEM...	1	201.2	40.4	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYSEMD	220.0	PYSEM...	1	197.7	40.2	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYSEMD	220.0	PYSEM...	1	125.3	-8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYSEMD	220.0	PYSEM...	1	138.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYSEMD	220.0	PYSEM...	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
IB	PYSEMD	220.0	PYSEM...	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	16.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	98.4	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	0.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	41.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	44.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	17.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARB	138.0	MGBAR...	1	11.0	-5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARR	138.0	MGBAR...	1	146.1	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARR	138.0	MGBAR...	1	143.7	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes
MG	MGBARR	138.0	MGBAR...	1	25.9	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Yes

Figura 29 - Tabular de regulação de carga por alimentador

- ✓ Edição do valor do pico de carga para cada área de controle;
 - ✓ Comando de entrada e saída do modo de regulação automática de tensão nos compensadores síncronos e estáticos;
 - ✓ Comando de mudança de TAP de transformador;
 - ✓ Comando de ligação do regulador automático de tensão em transformadores.
- Da programação de eventos:
- ✓ Criação de eventos via gravação de macro de manobras;
 - ✓ Criação de eventos via programação das manobras;
 - ✓ Carregar/salvar eventos em disco;
 - ✓ Criação de condicionais para a execução dos eventos.

Código	Nome	Descrição
BAI	Balancing Area Isolate	Gera uma ilha no sistema, balanceando a mesma.
BKC	Close breaker	Fecha o disjuntor
BKCO	Close-open breaker.	Fecha e torna a abrir o disjuntor (tentativa de fechamento sem sucesso)
BKD	Disable breaker	Desabilita o comando no disjuntor (falha)
BKE	Enable breaker	Habilita o comando no disjuntor (tira falha)
BKT	Trip breaker	Abre o disjuntor
BKTC	Trip-close breaker	Abre e torna a fechar o disjuntor, realizando assim o religamento com sucesso.
BKTO	Trip-close-open breaker	Abre, fecha e torna a abrir o disjuntor, realizando assim um religamento sem sucesso.
CUE	Send message to instructor	Envia uma mensagem para o instrutor
FLTL	Line fault	Gera uma falta em uma linha de transmissão
FLTP	Phase shifter fault	Gera uma falta em um defasador angular
FLTS	Bus fault	Gera uma falta em uma barra
FLTX	Transformer fault	Gera uma falta em um transformador
GOUT	Change generator unit output	Modifica geração de uma unidade geradora
GOVB	Block signal to governor	Bloqueio de comando para o gerador
GOVR	Restore signal to governor	Retira o bloqueio de comando para o gerador
GUDC	Change generator unit derate value	Muda a taxa de resposta da máquina síncrona.
GUNR	Generator unit non-response to AGC	Gerador não responde ao CAG
GUR	Restore unit from non-response	Normaliza a resposta do gerador ao CAG
GUSC	Change generator unit status	Modifica o status de uma unidade geradora
LDC	Change company load (step)	Modifica a carga de determinada área em um degrau
LDCS	Change company load (spike)	Modifica a carga de determinada área em uma rampa
LDSP	Change single load (step) MW	Modifica a potência ativa de uma carga determinada (alimentador)
LDSQ	Change single load (step) Mvar	Modifica a potência reativa de uma carga determinada (alimentador)
NISC	Change net interchange schedule	Modifica o intercâmbio programado
PAUS	Pause simulation	Pausa a simulação
PCRA	Clear replace analog point	Reset de um ponto analógico

Figura 30 - Possibilidade de eventos que podem ser simulados

➤ Da programação de proteções:

- ✓ Implementação e ajuste dos relés de religamento, sobrecorrente, frequência, direcional, subtensão e teste de sincronismo (entrada deve ser via arquivo Offsage.dat);
- ✓ Ajuste dos dados dos relés programados no offsage.dat.

3.12. Conceitos a serem considerados dentro do OTS

Existem alguns conceitos existentes no EPRI-OTS e que divergem da conceituação usual e das características do SAGE, por isso, faz-se necessário ressaltar algumas destas características.

3.12.1. Carga e alimentadores

A carga no SAGE é definida como o último ponto de uma Subestação, ou seja, se uma subestação A atende uma subestação B que possui carga, mas a B não está configurada no SAGE. Com isso a saída da subestação A para a Subestação B torna-se uma carga com característica de potência constante.

O problema gerado com isso é que existem alguns pontos do sistema onde no campo têm-se a seguinte configuração: A envia para B que também recebe de C, já no SAGE, estão configuradas apenas A e C, fazendo com que as linhas que interligam A – B e C – B tornem-se cargas. O erro da simulação ocorre quando ocorre a abertura, por exemplo, de A – B, e as cargas de B que são atendidas por A não são assumidas por C, fato que ocorreria no campo.

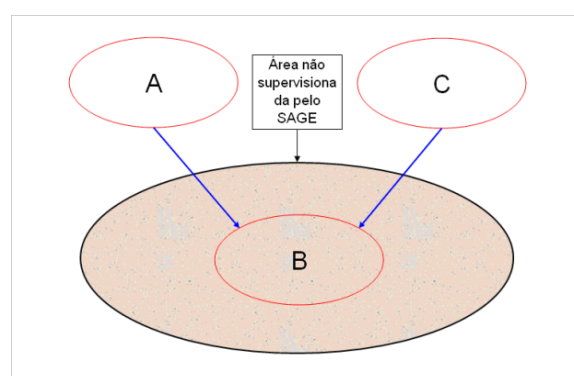


Figura 31 - Esquema de ligação entre subestações

Outro ponto de destaque é que a carga é caracterizada por todo grupo da área de controle, com isso, quando o sistema está sob efeito de uma curva de carga, toda a carga da área de controle varia conforme a curva, e não pontos individuais. Também existe o fato de que pode ser feita mudança no valor da

carga, mas na forma de parcela fixa, que não sofre variação de acordo com a curva de carga.

3.12.2. Companhia – Zona – Área de Controle

No OTS estes conceitos se confundem. Logo, quando é citado um dos três termos acima, no SAGE-OTS é considerada a mesma coisa, pois as áreas de controle são divididas exatamente pelos quatro regionais do próprio ONS, que são as empresas que tem contato com o CNOS, além dos intercâmbios internacionais.

3.12.3. Elo de corrente contínua

O ELO é configurado como um sistema a parte do SIN, onde manipulações feitas na geração da Itaipu 50 Hz não refletem no SIN.

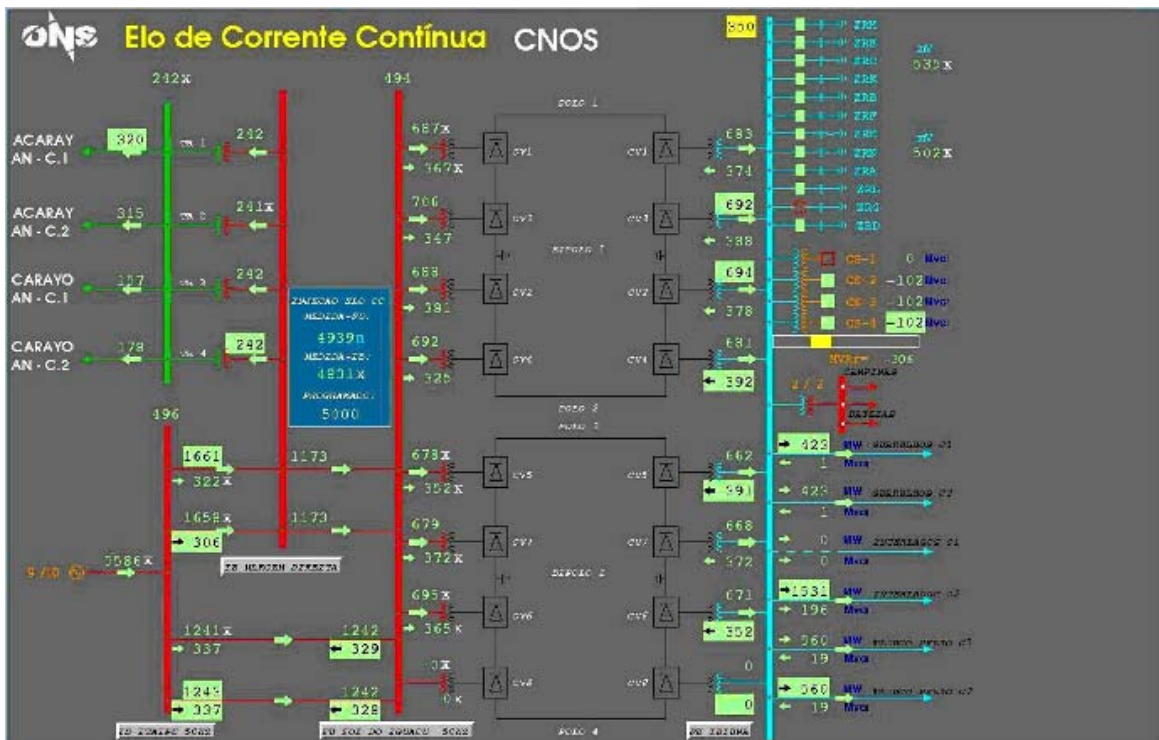


Figura 32 - Diagrama unifilar do sistema de 50 Hz e 60 Hz em Foz do Iguaçu

Como mostrado acima, a geração de Itaipu 50 Hz atende a ANDE e os conversores em Foz, que para o lado de 50 Hz, é visto como apenas uma carga fixa.

No lado de 60 Hz, os conversores de Ibiúna recebem um valor de uma carga negativa, e que, não tem nenhuma ligação com a carga do lado de Foz.

Para exemplificar, se for aberto um dos conversores do lado de Foz, não haverá reação nenhuma para o lado do SIN, como mostra a figura 35.

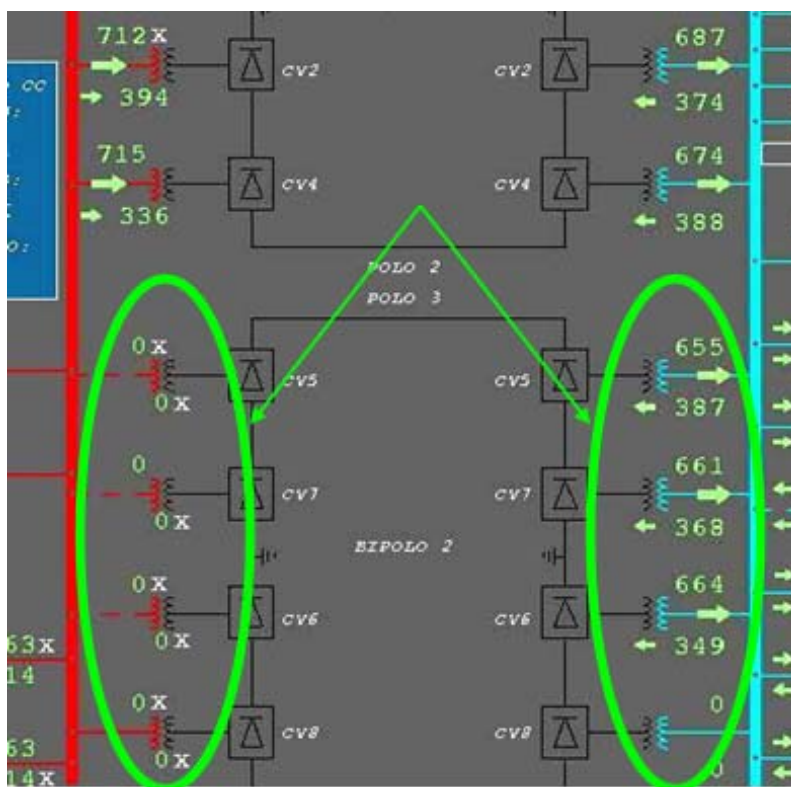


Figura 33 - Demonstração do sistema geração/carga do ELO

3.12.4. Áreas de controle existentes

Atualmente existem 08 áreas de controle criadas no SAGE e simuladas no OTS:

- Itaipu 50 Hz – carga da Ande (Paraguai);
- Argentina;
- Paraguai;

- Uruguai;
- Sudeste – composta pelo submercado Sudeste, exceto a região Centro-Oeste e o estado do Mato Grosso do Sul;
- Sul – Submercado Sul e o estado do Mato Grosso do Sul;
- Norte/Centro-Oeste – composto somente pelo submercado Norte e a região Centro-Oeste;
- Nordeste – composto pelo submercado Nordeste.

O CAG – Itaipu existe devido à modalidade de cada empresa ter área de controle no OTS, criando assim também as áreas internacionais, mesmo estas ficando desligadas.

Todas estas características do OTS foram desenvolvidas e aprimoradas com o objetivo de preparar um ambiente de treinamento de alto nível para os operadores, melhorando a velocidade e a qualidade do conhecimento adquirido pelos operadores.

Com esta descrição das características do sistema elétrico brasileiro, contextualizando o ONS dentro dele, e demonstrado um pouco do sistema supervisor e do simulador de sistemas do CNOS, é possível caracterizar todas as adaptações, criações documentais e preparação de treinamentos pilotos para chegar à metodologia que está sendo aplicada no CNOS para o treinamento continuado do seu corpo de operadores de sistema.

Capítulo 4: A Reestruturação do Treinamento de Operadores no CNOS

4.1. Conceituação de treinamento

*“Conte-me, e eu vou esquecer,
mostre-me, e eu vou lembrar,
envolva-me, e eu vou entender”*

Confúcio [19]

Aprendizado - termo possuidor de muitas interpretações, mas é aceito, em geral, como uma mudança de comportamento ou de atitude.

A educação global é identificada com a socialização do indivíduo nos diversos grupos humanos de que faz parte. Já a escolarização refere-se à aquisição de saber sistematizado, sendo Intencional, metódica, rigorosa e sistemática.

Programas de treinamento potencializam nos indivíduos a formação, a consolidação e o desenvolvimento de habilidades e competências no âmbito prático, teórico e ético.

Ensinar significa marcar um sinal em alguém, logo isso denota que ao se realizar um treinamento com sucesso, é aceitável considerar o conhecimento implantado no aprendiz.

Normalmente considera-se que o treinamento deve ser [19]:

- **Contínuo;**
- **Cumulativo;**
- **Dinâmica;**
- **Global;**
- **Gradual;**
- **Integral;**
- **Pessoa.**

4.2. Necessidades de treinamento

Existe uma necessidade de treinamento quando há uma lacuna entre o que é exigido de uma pessoa para cumprir seus deveres de forma competente e aquilo que ela sabe de fato e que a capacita a fazê-lo. Dentro de uma instituição, sempre é necessário determinar a necessidade de treinamento avaliando estas lacunas existentes.

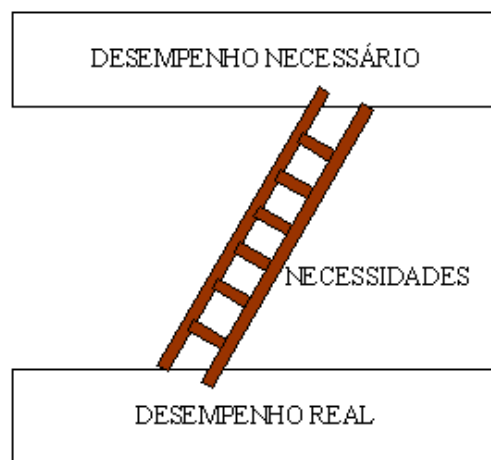


Figura 34 - Analogia das necessidades de Treinamento

Uma vez determinada às lacunas que estejam prejudicando tanto empresa como empregados, é interessante programar um treinamento para suprir esta lacuna, sendo verificada a necessidade de realizar algum tipo de treinamento para atender esta demanda.

4.3. Fazendo o planejamento

Com isso, deve ser feito o planejamento do curso, estabelecendo objetivos, etapas, prazos, procedimentos e recursos para a concretização treinamento. Assim, o planejamento de um curso tem por objetivos principais [20]:

- Aproximar o curso de treinamento das expectativas do público-alvo;
- Melhorar a organização das atividades do instrutor e dos treinandos;

- Organizar objetivos, tempo, conteúdo, procedimentos, recursos e avaliação;
- Possibilitar economia de recursos, materiais e esforços humanos.

4.4. Executando o treinamento

A execução do treinamento é o momento em que tudo o que foi planejado deve ser efetivamente realizado, de modo mais dirigido ou mais participativo.

Os métodos para executar um treinamento devem passar longe do clássico giz e quadro negro, ainda muito utilizado nas escolares primárias. Também a pura utilização de apostilas para leitura individual e comentários em sala de aula também devem ser esquecidas. Ao ser feito um treinamento para adultos, é importante considerar que os integrantes do treinamento normalmente estão fora do ritmo acadêmico, além do fato de normalmente o dia-a-dia tornar um treinamento desinteressante. Logo, devem ser utilizados métodos que gerem participação dos aprendizes e que prendam a atenção dos mesmos.

Pode ser citado com exemplo desta dinâmica [20]:

- Aula em grupo;
- Aula demonstrativa;
- Prática do estudante;
- Discussão em grupo;
- Aquário;
- Jogos;
- Simulação;
- Brainstorming;
- Excursões de estudos práticos;
- Perguntas e respostas.

4.4.1. Simulações

As simulações são usadas, às vezes, para exercícios de formação de equipe. Não são diferentes da dramatização, mas são mais complexas em sua

estrutura e requerem mais participação. Para uma simulação, o grupo tem de atuar no papel de uma equipe, como uma equipe de consultores ou um conselho de diretores. Em grupos grandes, é aconselhável dividi-los em equipes menores com exercícios diferentes. Isso requer que todos os membros da equipe tenham uma participação no exercício.

4.4.2. Treinamento demonstrativo

A demonstração é uma técnica que serve para comprovar uma teoria, demonstrar um processo, um procedimento, dentre outros.

Numa sessão de treinamento de habilidade, o instrutor pode ter como objetivo fazer com que os treinandos desempenhem a tarefa de maneira correta na primeira tentativa.

O processo completo de demonstração prática envolve quatro etapas:

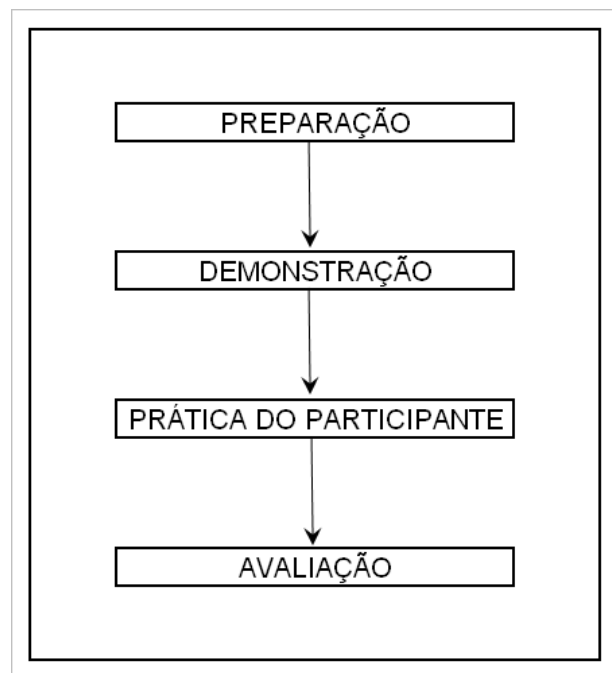


Figura 35 - Etapas para o Processo de Demonstração

4.5. Avaliação do Treinamento

Avaliar é julgar se o curso, o trabalho do instrutor e a produção do aprendiz concorreram para que os objetivos almejados com o treinamento pudessem ser alcançados.

De certa maneira devem ser levantados, conforme os objetivos do treinamento, quais os pontos dentro do treinamento devem ser avaliados.

Os principais pontos a serem avaliados são:

- O processo de ensino;
- A infra-estrutura do treinamento por um todo;
- O instrutor;
- O cenário ou dramatização utilizada;
- E o aprendiz.

No caso da apuração do conceito final do treinando podem ser empregadas provas, testes, observação, questionários, arguições orais, de modo a avaliar a aprendizagem.

Para a realização destas avaliações, sempre se deve ter o cuidado de escolher o método que mantenha o resultado o mais próximo possível da realidade.

4.6. Novo operador do CNOS

O treinamento do novo operador do CNOS, dentro dos conceitos indicados nos itens anteriores deste capítulo, deverá passar inicialmente por uma avaliação curricular do operador, verificando primeiramente qual será o enquadramento do operador no quadro da empresa.

- Operador Trainee;
- Operador Junior;
- Operador Pleno;
- Operador Sênior e;

➤ Operador Supervisor.

Esta classificação é estabelecida pelo perfil buscado pela empresa, em conjunto ao atendimento do quesito experiência comprovada (ver item 6.3.1)

Na recepção deste novo operador, será determinado através de uma entrevista com o gestor o grau de conhecimento das áreas afins à sala de controle.

Através do programa “Treinamento de Operadores” (descrito no capítulo 6), as atividades a serem desenvolvidas pelo operador são fornecidas para seu treinamento.

O treinamento deverá prover a estes novos operadores conhecimentos sólidos em:

- Teoria de eletrotécnica aplicada a sistemas de potências suficientes para a compreensão de todos os fenômenos elétricos existentes num sistema de potência;
- Conhecimento do meio onde ele estará inserido, de modo a conhecer os insumos para a realização de suas tarefas e o modo como os produtos criados na sala de controle são utilizados de modo a ocorrer sinergia das áreas envolvidas na operação do sistema;
- Nas diversas áreas da empresa, criando a ambientação necessária para o convívio deste novo operador dentro da sua empresa;
- Em atividades de campo, através de treinamento avançado, adquirindo conhecimento prático da operação de sistemas, conhecendo também as estruturas elétricas e as rotinas de trabalho dentro de instalações elétricas;
- Instruções de operação do sistema, através:
 - Estudo individual das instruções;
 - Treinamento com equipe de normatização de grupos de instruções, divididos pelas áreas de controle do ONS;
 - Treinamento com utilização de simulador de modo a compreender e fixar os conceitos das instruções estudadas;
 - Simulação de operação das instruções de operação da região estudada, avaliando o treinando e verificando falhas durante o processo de treinamento das instruções;

- Nas rotinas e procedimentos operacionais, para realização das atividades corriqueiras e atividades emergenciais dentro da sala de controle. Também será utilizada a simulação de eventos internos a sala de controle para verificar o nível de preparação do operador;
- Dos Agentes do sistema, através de visitas técnicas, para integração e conhecimento das culturas regionais dos Agentes.

Por fim, é realizada a certificação teórica dos conhecimentos operativos do novo operador, para assim ele conhecer a parte final do seu treinamento, onde desenvolverá em conjunto com um operador experiente as atividades da sala de controle, até o momento do novo operador estar apto a assumir sozinho o turno de trabalho na sala de controle.

4.7. Treinamento continuado no CNOS

O treinamento continuado dos operadores faz parte desta reestruturação, onde será aplicado como ferramenta fundamental desta reforma o simulador de sistemas OTS.

As modalidades de treinamento para atualização dos operadores serão:

Mudança nas rotinas ou procedimentos operacionais, utilizando simulações para fixação dos novos procedimentos;

Novos equipamentos ou instalações no SIN, denotando modificações relevantes no modo de operação do sistema, utilizando simulações para fixação dos novos conhecimentos operacionais;

Periodicamente, avaliação das rotinas e procedimentos emergenciais, de modo a retirar qualquer dificuldade na operação em tempo real;

Visita e estágio em instalações do SIN, periódicos ou pela entrada de nova instalação ou equipamento, de modo a absorver novas tecnologias e arquiteturas das instalações, além das rotinas operacionais das instalações;

Treinamentos com equipes de normatização, de modo a atualizar os conhecimentos das instruções de operação de modo em geral;

Avaliações, testes simulados e certificações teóricas e práticas, de modo a manter a excelência dentro da sala de controle.

A maioria dos processos utilizará como ferramenta de desenvolvimento e avaliação o OTS. De forma a ser desenvolvido o modo mais prático possível para a transmissão e reciclagem do conhecimento dos operadores.

4.8. Programa Treinamento de Operadores

O treinamento do operador de sistemas de potência é um treinamento específico, onde o conhecimento que este profissional possui ao final do treinamento é único, tornando este profissional um especialista na área de operação de sistemas, dentro do contexto de operação do mesmo. Assim, neste item serão apresentados os principais aspectos para desenvolver o treinamento de operadores, assim como o *software* criado para esta funcionalidade.

4.9. Modalidades de treinamento

Dentro deste contexto o programa de treinamento continuado do CNOS/ONS para seus operadores de sistema foi dividido em três modalidades.

- Novo operador;
- Novo Processo;
- Atualização de pessoal.

Estas modalidades são gerenciadas através do software desenvolvido para esta finalidade - "Programa Treinamento de Operadores" -, além de facilitar o desenvolvimento destes métodos e criar um banco de dados a fim de possibilitar a pesquisa sobre o desenvolvimento das equipes dentro do CNOS. Detalhes sobre o software estão descritos no item 4.10.2. da dissertação e no decorrer deste capítulo.

4.10. Novo Operador

O primeiro passo ao contratar um novo operador é prepará-lo para a sala de controle de forma rápida, mas completa, de tal maneira que não seja dado

treinamento desnecessário para o operador, mas também não restem lacunas de conhecimento no momento de assumir a operação do SIN.

Para trabalhar no CNOS, por maior que seja a experiência deste novo profissional, ele não possui o conhecimento mínimo para a sala de controle, pois no máximo, o mesmo operador é oriundo de um centro regional do ONS, tendo toda uma gama de conhecimentos sobre os outros três regionais do ONS para adquirir.

Com isso, foi desenvolvida uma seqüência de atividades que se caracterizam conforme a experiência profissional que este novo operador trouxer com ele.

Estas atividades são selecionadas automaticamente no “Programa Treinamento para Operadores” através de uma entrevista.

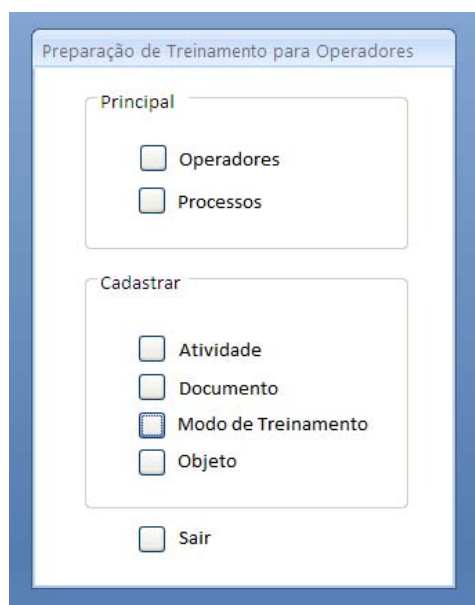


Figura 36 - Tela inicial do programa TREINAMENTO DE OPERADORES

4.10.1. A Entrevista

A entrevista consiste no cadastro do novo operador, com a classificação do mesmo dentro de alguns pontos de relevância para a operação do sistema.

Figura 37 - Cadastramento do novo operador

Estas perguntas ou itens referentes ao nível de conhecimento em cada área são as seguintes:

Item	Tópico	Classificação
01	Formação acadêmica	2º grau
		Nível técnico (em Eletrotécnica)
		Nível Superior (em Engenharia Elétrica plena ou na área de sistemas de potência)
		Pleno (profissional da área de operação, sem necessidade de curso de formação)
02	Distribuição Transmissão Geração	Nenhum
		Teórico
		Prático
		Prático/Teórico
		Pleno
03	Hidrologia Mercado Estudos Elétricos Normatização Pré-operação Pós-operação Tempo Real	Nenhum
		Básico
		Pleno

Com a seleção apresentada nestes campos, é possível determinar então quais serão as atividades que o novo operador deverá desenvolver para sua preparação à sala de controle.

4.10.2. As Atividades

As atividades serão selecionadas automaticamente conforme o preenchimento da entrevista do operador. Elas são descritas conforme os seguintes campos:

Figura 38 - Cadastro de atividades

- Descrição: Atividade propriamente dita;
- Nível de conhecimento: Determina conforme a entrevista se a atividade participará do plano de treinamento do novo operador;
- Tempo de execução: Tempo em horas trabalhadas para desenvolver a atividade;
- Ordem: Determina o ranking da atividade, impedindo que seja realizada uma atividade sem seu pré-requisito (outra atividade) efetuada;
- Modo de Treinamento: Determina como será realizado o desenvolvimento da atividade, de maneira à pré-determinar também a equipe que desenvolverá junto à atividade, ou se a mesma será realizada individualmente.

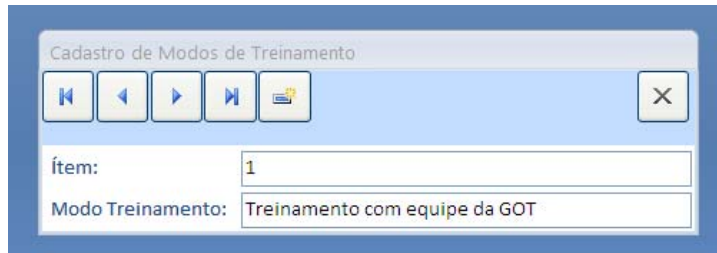


Figura 39 - Cadastro do modo de treinamento

São discriminados a seguir os modos cadastrados:

- Treinamento com equipe da GOT (Gerência de Tempo Real);
- Treinamento com a equipe de Normatização;
- Treinamento com equipe da Pré-operação;
- Simulação;
- Estudo individual;
- Viagem de Estudo;
- Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS;
- Curso Prático;
- Treinamento Externo;
- Treinamento com equipe da Pós-operação;
- Teste ou avaliação.

As atividades foram cadastradas conforme o treinamento realizado pelos últimos operadores contratados dentro do CNOS, adicionadas às atividades realizadas no treinamento dos *trainees* contratados para o CNOS.

Além disso, através de um apanhado de informações de outras empresas (descrito no Capítulo 2), foi possível aperfeiçoar a lista de atividades existentes no CNOS, aprimorando o processo como um todo. Em muitos casos foi aumentada a carga horária em algumas atividades, outras foram incluídas, ou no mínimo modificadas a fim de atender melhor o treinando.

Estas atividades tentam atender a seguinte gama de conhecimento:

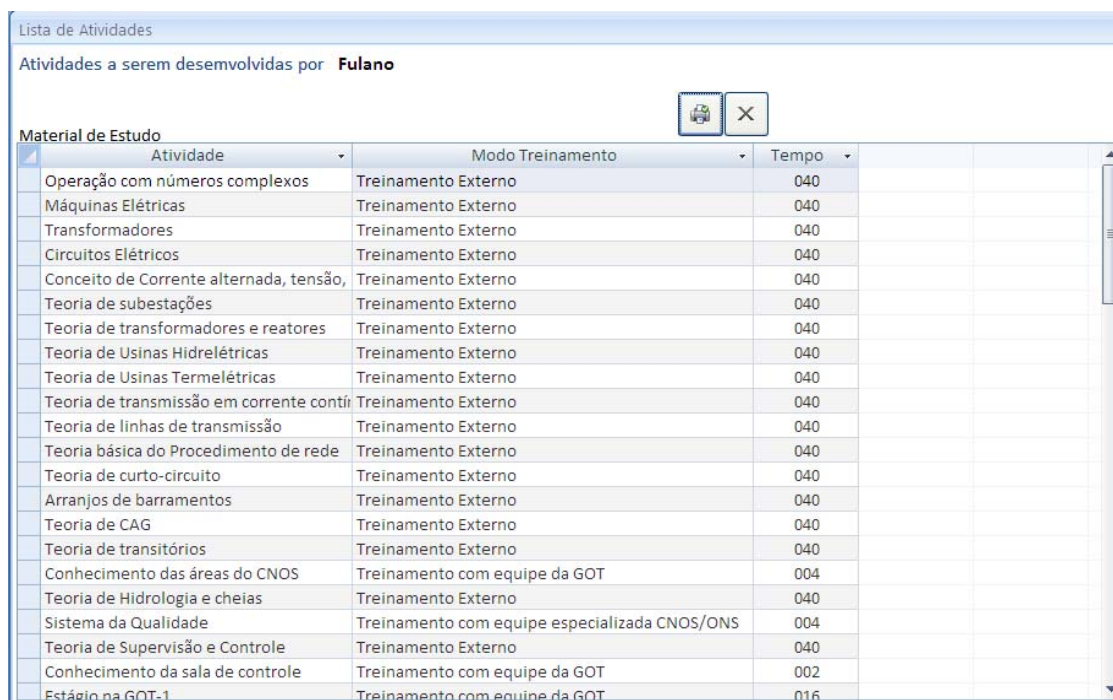
- Integração com pessoal da empresa;
- Reciclagem técnica;
- Curso de Operador;
- Estudo dirigido do Manual de Procedimentos da Operação;

- Treinamento específico complementar das ferramentas utilizadas na operação;
- Visitas e estágios em instalações do SIN;
- Estágio nas áreas do CNOS;
- Simulação de operação no simulador OTS;
- Estágio supervisionado no tempo real;
- Certificação do operador.

Uma parte destas atividades encontra-se no anexo 02 desta dissertação.

4.10.3. Listas de Atividades

Após o cadastro do operador, com sua entrevista preenchida, o programa cria um relatório chamado “Listas de Atividades”, onde todas as atividades, na ordem cronológica, tempo para execução e modo de desenvolvimento desta.



Lista de Atividades

Atividades a serem desenvolvidas por **Fulano**

Atividade	Modo Treinamento	Tempo
Operação com números complexos	Treinamento Externo	040
Máquinas Elétricas	Treinamento Externo	040
Transformadores	Treinamento Externo	040
Circuitos Elétricos	Treinamento Externo	040
Conceito de Corrente alternada, tensão,	Treinamento Externo	040
Teoria de subestações	Treinamento Externo	040
Teoria de transformadores e reatores	Treinamento Externo	040
Teoria de Usinas Hidrelétricas	Treinamento Externo	040
Teoria de Usinas Termelétricas	Treinamento Externo	040
Teoria de transmissão em corrente contí	Treinamento Externo	040
Teoria de linhas de transmissão	Treinamento Externo	040
Teoria básica do Procedimento de rede	Treinamento Externo	040
Teoria de curto-circuito	Treinamento Externo	040
Arranjos de barramentos	Treinamento Externo	040
Teoria de CAG	Treinamento Externo	040
Teoria de transitórios	Treinamento Externo	040
Conhecimento das áreas do CNOS	Treinamento com equipe da GOT	004
Teoria de Hidrologia e cheias	Treinamento Externo	040
Sistema da Qualidade	Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS	004
Teoria de Supervisão e Controle	Treinamento Externo	040
Conhecimento da sala de controle	Treinamento com equipe da GOT	002
Estágio na GOT-1	Treinamento com equipe da GOT	016

Figura 40 - Lista de Atividades

4.10.4. Plano de Treinamento

Como produtos finais são criados dois relatórios: “Entrevista Pessoal” e “Plano de Treinamento” (Anexo 03). Estes relatórios serão utilizados para guiar o processo de treinamento do novo operador.

4.11. Novo Processo ou Reciclagem

Considerando que a equipe de operadores esteja preparada e trabalhando na sala de controle, com o tempo, surgirão necessidades em duas frentes: Novos Processos que serão inseridos na rotina da sala de controle e a contínua Reciclagem dos operadores após determinados períodos.

4.11.1. Novos Processos

Toda a nova linha de transmissão, nova subestação ou mudanças nas características operativas do SIN necessitam de treinamento para absorção deste novo procedimento pelos operadores.

Face esta necessidade, criou-se, no próprio programa TREINAMENTO DE OPERADORES, o gerenciamento e armazenamento das atividades que serão realizadas para preparar o operador para este novo processo.

4.11.2. Reciclagem

Do mesmo modo, foi aproveitado o programa para também gerenciar e armazenar os dados referentes à reciclagem dos operadores, tentando deste modo, garantir a otimização deste processo com este maior controle.

4.11.3. Cadastro do Novo Processo ou Reciclagem

Desta maneira, através do programa TREINAMENTO DE OPERADORES, pode-se cadastrar este procedimento de treinamento, onde se destaca:

Processos

Encontrar Processo:

Processo: Primeiro

Objeto: Procedimento da GOT

Documento: Instrução de Operação - Esquemas Especiais

Descricao:

Tipo de Processo

Novo Processo

Reciclagem

Equipe

Operador
Michel dos Santos Moreale
Felisberto
Beltraninho
Ciclano
*

Modo Treinamento	Duração
Estudo individual	20
Viagem de Estudo	40
*	

Figura 41 - Cadastro de novo procedimento

- Descrição: Nome propriamente dito do processo ou reciclagem;
- Objeto: Classificação do procedimento que será utilizado no treinamento;

Cadastro de Objetos

Ítem: 1

Objeto: Procedimento da GOT

Figura 42 - Cadastro dos objetos de Processo

- Documento: Tipo do documento envolvido no treinamento;

Cadastro de Documentos

Ítem 1

Documento Rotina operacional

Figura 43 - Cadastro de tipos de documentos

- Tipo de Processo: Selecciona se o treinamento é causado por um novo processo ou pela necessidade de reciclagem;
- Equipe: Operador ou Operadores que irão participar o treinamento;
- Modo de treinamento: Como deverá ser desenvolvido o treinamento e a duração de cada modo. Estes modos são os mesmos descritos no item 4.10.2..

4.11.4. Plano de Treinamento para Novo Processo ou Reciclagem

Como produto deste programa obtém-se um relatório com todos os dados a respeito do treinamento selecionado (Anexo 04).

4.12. Programa *GESTÃO DO SIMULADOR DE OPERAÇÃO*

Uma grande parte deste novo processo de treinamento descrito no capítulo anterior deve-se à utilização do simulador OTS.

O desenvolvimento da simulação de operação é dividido em três partes distintas.

1. Planejamento;
2. Simulação;
3. Avaliação.

4.13. Planejamento do treinamento no Simulador

Para montar um planejamento mais eficaz, foi estabelecida uma seqüência de atividades:

- Seleção da equipe;
- Seleção do cenário;
- Seleção do processo a ser treinado na simulação;
- Montagem do cenário;
- Recursos para simulação;
- Montagem da seqüência de eventos;

- Objetivos desejados para esta simulação;
- Preparação de documentação.

4.13.1. Seleção da equipe

A determinação da equipe que fará parte da simulação é objeto inicial para a criação da simulação, pois o grau desta equipe reflete o grau da simulação.

A equipe, ou pessoa envolvida deve ser classificada então pelo seu nível dentro do ONS:

Operador de Sistema de Potência	Trainee	Sem experiência
	Junior	Sem experiência, mas com treinamento básico
	Pleno	Experiência mínima de 07 anos
	Sênior	Experiência mínima de 12 anos
Engenheiro de Tempo Real	Junior	Sem experiência
	Pleno	Experiência mínima de 04 anos
	Sênior	Experiência mínima de 07 anos

4.13.2. Seleção do cenário

A segunda etapa é a pré-definição do cenário, onde deve ser orientada qual será a área de simulação ou o ponto do SIN que deverá ser contemplado nesta simulação.

4.13.3. Seleção do processo a ser treinado

Dentro do cenário, deve-se definir o processo que será abordado nesta simulação.

Neste ponto foram definidos os seguintes módulos de treinamento:

- **Conhecimento Técnico** – Avaliado todo o conhecimento sobre a operação de equipamentos do SIN;

- **Comunicação Verbal** – Verificado somente o modo como o operador comunica-se com os Agentes e demais Centros do ONS, além da conversação interna na sala de controle;
- **Manutenção** – Verificada as rotinas internas a sala de controle para manutenção dos serviços de operação seja comunicação de pessoal de informativa à evacuação da sala;
- **Operação Normal** – Simulação do sistema em operação normal, focando controle de intercâmbios, geração e tensão;
- **Operação em Contingência** – Simulação do sistema de operação com a perda de elementos do sistema elétrico, sendo tanto para operação diferenciada como preparação de manobras;
- **Esquemas Especiais** – Simulado para verificação do conhecimento da operação de esquemas especiais dentro do SIN;
- **Recomposição** – Simulação com blecaute em determinada ilha de recomposição, verificando a habilidade do operador com o sistema em blecaute.

Além disso, determina-se o modo como será dado o treinamento:

- **Demonstração** – Somente demonstrada à operação de determinado equipamento ou subsistema;
- **Treinamento Assistido** – Simulação com orientação do instrutor;
- **Exercício Simulado** – Simulação onde é caracterizada a operação real do sistema;
- **Avaliação** – Idêntico ao anterior, mas com o intuito de avaliar um processo ou o operador;
- **Drill** – Teste para verificação da qualidade de um processo;
- **Certificação** – Teste realizado com os operadores, avaliando a devida condição para o mesmo passar à operação de tempo real.

4.13.4. Montagem do cenário

Após definido qual e como será realizada a simulação, deve-se então montar o cenário.

Para isso, conhecendo as necessidades que a simulação irá requerer do SIN, como estado de linhas e transformadores, condições de atuação de proteções e demais configurações necessárias para o andamento da simulação, deve-se levar ou montar o caso base da simulação para atender estas pré-condições do sistema.

4.13.5. Recursos para simulação

Outro ponto que deve ser abordado no planejamento é a possibilidade de possuir todos os recursos no momento da simulação, sendo interessante o desenvolvimento de uma lista de necessidades para a simulação.

4.13.6. Montagem da seqüência de eventos

O próximo passo é a montagem da seqüência de eventos para realização da simulação.

Primeiramente desenvolve-se o processo macro da seqüência de eventos, caracterizando os eventos que deverão acontecer no decorrer da simulação.

Num segundo momento é criada uma segunda seqüência de eventos, mas caracterizando cada passo da simulação, onde é descrita a ação e reação de cada evento, por parte do sistema ou do operador.

Esta seqüência é importante, pois, a robustez dela dará a linha do andamento da simulação. Se esta estiver mal preparada, durante a simulação, o operador poderá desviar-se dela e impedir que a mesma seja retomada.

4.13.7. Objetivos desejados para esta simulação

Por último deve ser definido qual será o objetivo dessa simulação. De certo modo já houve uma pré-determinação no momento de construir o cenário, mas aqui neste ponto deve ser melhor caracterizada esta informação.

Por exemplo, no caso de avaliação, deve ser determinado o que será observado, pois se pode avaliar o processo, o simulador, o ambiente de simulação ou o próprio operador.

Com isso é interessante desenvolver a questionário que será aplicado ao operador, independente do objetivo desta simulação.

4.13.8. Preparação de documentos

Por último, conforme a construção do cenário e da seqüência de eventos, o instrutor relaciona a documentação necessária para a realização da simulação. Deve ser impresso o material de auxílio aos operadores, como instruções de operação, e demais materiais correspondentes ao andamento da simulação.

4.13.9. Cadastro da simulação no programa GESTÃO DO SIMULADOR DE OPERAÇÃO

Este processo é totalmente realizado no programa “GESTÃO DO SIMULADOR DE OPERAÇÃO”, onde são cadastradas:

- Título da simulação;
- Data de realização;
- Instrutor da simulação;
- Nível da equipe;
- Módulo de simulação;
- Método de treinamento;
- Equipe de Apoio;
- Horário da simulação;
- Objetivo;
- Referência bibliográfica;
- Treinandos;
- Evento;
- Configuração do SIN;
- Condições de Operação;

The screenshot shows the 'Pesquisar Casos' application window. The search criteria are: 'Indisponibilidade do COSR-S'. The simulation details are as follows:

Field	Value
Caso:	Indisponibilidade do COSR-S
Simulação:	Assunção do COSR-S com Operação Normal
Avaliação:	1
Data:	7/11/2007
Instrutor:	Michel dos Santos Moreale
Nível:	Operador SR
Módulo:	Manutenção
Método:	Drill
Apoio:	Gustavo Leonardo Costa P. de Oliveira João Batista Rodrigues da Costa Joemilso Aparecido Martins
Evento:	Assunção do Centro Sul Sobrecarga na Transformação de Xanxerê (Esul) Sobrecarga na Transformação de Foz do Chopim - Copel
Objetivo:	Assumir a operação do COSR-S durante contingenciamento do Centro
Configuração:	Sistema normal
Referência:	PS-126 PCN 54 IO-ON.S.25C
Condições:	Geração reduzida em Quebra-Queixo

Figura 44 - Detalhes da simulação de operação

- Descrição das atividades extras para preparação da simulação;

The screenshot shows the 'Pesquisar Casos' application window with the 'Roteiro' tab selected. It displays a table of auxiliary activities for the simulation preparation:

Atividade	Quem	Prazo
Contato com o COSR-S para acertar cenário	Michel	05/11
Convocação dos operadores	Michel	22/10
Preparação do cenário	Joemilso	06/11
Montagem do ambiente com pessoal de CNOS-1/SSS	Ronald	06/11
Imprimir e montar pastas do Drill	Michel	06/11
Fazer lista telefônica especial para o Drill	Michel	06/11
*		

Figura 45 - Roteiro auxiliar para a simulação

- Eventos macros da simulação;
- Descrição dos eventos detalhados da simulação;

Pesquisar Casos

Pesquisar Caso: Indisponibilidade do COSR-S

Caso: Indisponibilidade do COSR-S

Simulação: Assunção do COSR-S com Operação Normal

Avaliação: 1

Detalhes Roteiro **Simulação** Execução da Simulação Comentários Avaliação Respostas

Simulação Nº: 4

Título: Assunção do COSR-S com Operação Normal

Módulo: Manutenção

Nível: Operador SR

Documentação: PS-126; IO-ON.S.2SC; IO-ON.S.2PR

Planejamento da Simulação Planejamento da Execução da Simulação

Hora	Evento	Sinalização
09:00:00	Início da Simulação	nenhuma
09:05:00	COSR-S transfere operação para o CNOS	Operador do COSR-S liga para o CNOS
09:07:00	COSR-S realiza avisos necessários	nenhuma
09:08:00	CNOS avisa Agentes do COSR-S	Teste de comunicação da lista do COSR-S
09:25:00	COSR-S informa número para contato e suporte ao CNOS	nenhuma
09:30:00	CNOS informa gerência e ETR	nenhuma

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Figura 46 - Planejamento da Simulação

➤ Questionário para avaliação da simulação.

Pesquisar Casos

Pesquisar Caso: Indisponibilidade do COSR-S

Caso: Indisponibilidade do COSR-S

Simulação: Assunção do COSR-S com Operação Normal

Avaliação: 1

Detalhes Roteiro Simulação Execução da Simulação Comentários **Avaliação** Respostas

Avaliação: 1

Módulo: Manutenção

Nível: Operador SR

Questões

Questões

Durante o exercício, as instruções de operação, os procedimentos adotados e/ou os recursos utilizados foram adequados?

Os participantes tiveram acesso às informações que precisavam para cumprir com suas responsabilidades?

Registro: 1 de 1 Sem Filtro Pesquisar

Figura 47 - Avaliação

Este apanhado de informações é por fim colocado em um roteiro na forma de relatório (Anexo 05).

4.14. A Execução da Simulação

Com o planejamento bem desenvolvido, simplifica-se a seguir o roteiro da execução da simulação.

Um ponto interessante durante a simulação é a anotação de todas as ações realizadas pelos operadores, assim como as reações do simulador a estas ações. Por isso, é interessante a presença de uma pessoa avaliando e anotando todos os passos da simulação.

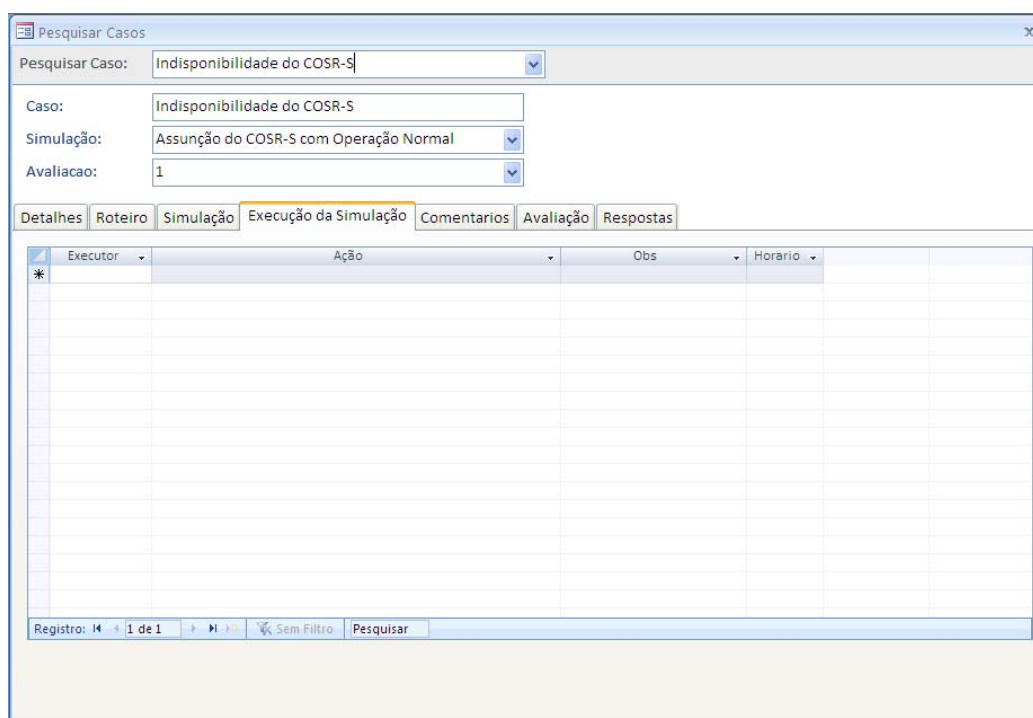
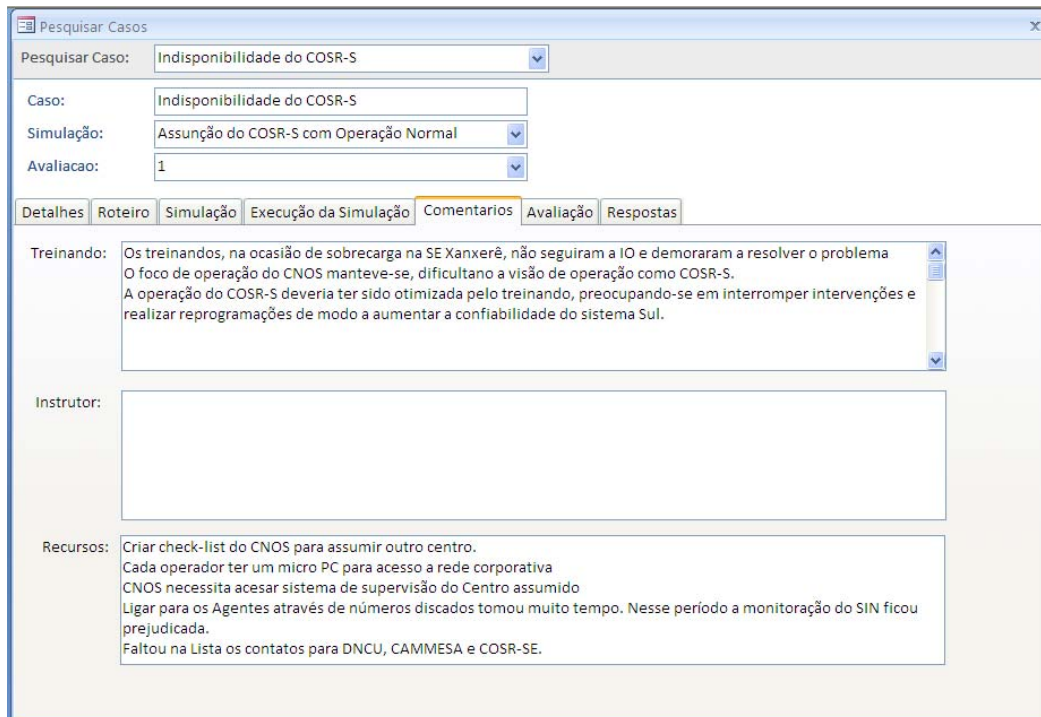


Figura 48 - Execução da Simulação

Durante a execução, é necessária a manutenção fiel do roteiro determinado para a simulação, pois a saída do mesmo pode determinar uma falha na continuidade do processo, além de corromper a avaliação da simulação. Por isso, o instrutor responsável deve conduzir a simulação de forma a impedir, caso isto não tenha sido contemplado no planejamento, que o operador saia da seqüência prevista, de modo a não interromper a continuidade da simulação.

4.15. A Avaliação da Simulação

Ao final do processo, deverá ser preenchido o formulário de comentários para a análise de todo o processo, verificando melhorias no processo, na simulação, no simulador ou na rotina de trabalho do treinando.



The screenshot shows a web application window titled "Pesquisar Casos". At the top, there is a search bar with the text "Indisponibilidade do COSR-S". Below it, there are three input fields: "Caso:" with the same text, "Simulação:" with a dropdown menu showing "Assunção do COSR-S com Operação Normal", and "Avaliacao:" with a dropdown menu showing "1". Below these fields is a horizontal tabbed menu with the following tabs: "Detalhes", "Roteiro", "Simulação", "Execução da Simulação", "Comentarios" (which is highlighted), "Avaliação", and "Respostas". The "Comentarios" tab is active, displaying a text area for "Treinando:" containing the following text: "Os treinandos, na ocasião de sobrecarga na SE Xanxerê, não seguiram a IO e demoraram a resolver o problema. O foco de operação do CNOS manteve-se, dificultando a visão de operação como COSR-S. A operação do COSR-S deveria ter sido otimizada pelo treinando, preocupando-se em interromper intervenções e realizar reprogramações de modo a aumentar a confiabilidade do sistema Sul." Below this is a text area for "Instrutor:" which is currently empty. At the bottom, there is a text area for "Recursos:" containing the following text: "Criar check-list do CNOS para assumir outro centro. Cada operador ter um micro PC para acesso a rede corporativa. CNOS necessita acessar sistema de supervisão do Centro assumido. Ligar para os Agentes através de números discados tomou muito tempo. Nesse período a monitoração do SIN ficou prejudicada. Faltou na Lista os contatos para DNCU, CAMMESA e COSR-SE."

Figura 49 - Formulário para comentários sobre a simulação

Deverá ser informado aos treinandos o modo de treinamento da simulação, ficando assim claro a todos os objetivos que se buscam na simulação.

Com isso, ao final da simulação todos os participantes deverão preencher a avaliação e comentários para que seja otimizado o processo.

 Operador Nacional do Sistema Elétrico Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas		4-Avaliação
1.1.Caso: Indisponibilidade do COSR-S		
Questões		
Durante o exercício, as instruções de operação, os procedimentos adotados e/ou os recursos utilizados foram adequados?		
Os participantes tiveram acesso às informações que precisavam para cumprir com suas responsabilidades?		
Os participantes demonstraram conhecer suficientemente os procedimentos adotados?		
O exercício atingiu seu objetivo?		
Houve troca de informações entre os participantes para auxílio mútuo?		
Houve sugestões de melhorias ? Quais as melhorias identificadas ao processo?		
O exercício foi: bem preparado/insuficientemente preparado/totalmente despreparado		
Foi possível utilizar as instruções de operação? Sim/algumas vezes/raramente/não		
Pode-se considerar válido o exercício? Sim/ somente em parte/muito pouco/não		
O cenário foi claro? Sim/somente em parte/ muito pouco/ não		

Figura 50 - Formulário de respostas com a avaliação do instrutor

Capítulo 5: Integração SAGE-OTS para Utilização no Treinamento de Operadores e Testes Simulados

Para execução da prática de treinamento utilizando o simulador foi necessária um grande número de atividades auxiliares em busca do melhor rendimento e atendimento as condições mínimas dos treinamentos.

A seguir serão citados os principais problemas encontrados e as devidas soluções encontradas.

5.1. Local para Realização dos Treinamentos

Para a realização de uma simulação envolvendo operadores em tempo real é fundamental que o local onde será realizado retrate fielmente seu posto de trabalho. Isso, para garantir que dentro da simulação, o operador tenha todo o suporte que no caso real teria à sua disposição. Como por exemplo, podemos citar normativos, equipamentos de supervisão (o próprio simulador), programas de fluxo de potência.

Com isso, no ONS foi disponibilizada uma sala dividida em 03 saletas, por divisórias de vidro, onde trabalha 01 operador em cada sala de simulação e 03 pessoas na sala do simulador, normalmente o instrutor e outros avaliadores, dando a condição de isolamento sonoro e propiciando o melhoramento ergonômico necessário.

Cada saleta foi construída para retratar um posto de trabalho de cada operador, onde ele possui acesso a um PC com Windows XP, onde ele navega pelo SIGOP (*software* para consulta de intervenções (SGI) e instruções de operações (MPO)), utiliza dos aplicativos existentes em tempo real, e utiliza serviços de rede interna e externa para suas atividades. Também possuem acesso a uma linha telefônica para efetuar as chamadas, simulando assim contato com os agentes, centros regionais e gerência da empresa (encenado pelo instrutor).

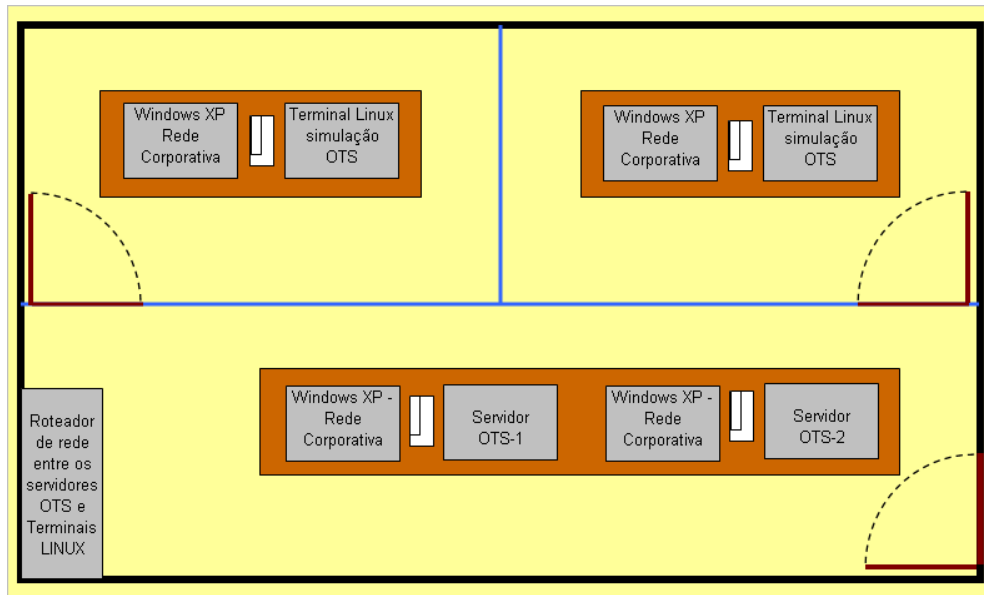


Figura 51 - Disposição da sala de treinamento do Simulador

Por último, cada saleta possui um PC onde através do sistema operacional Linux, o operador carrega o SAGE para trabalhar conforme na sala de controle. Este SAGE está ligado aos dois servidores do OTS que fazem a conexão com este terminal do SAGE, através de rede local, e emulam as condições de operação existentes no OTS. Estes terminais (PC) são dotados de dois monitores de 19" e o PC Windows de apenas um monitor.

Na ante-sala, existem dois servidores do OTS, também com dois monitores de 19" cada servidor, que podem ser utilizados no modo STANDALONE, pois na mesma máquina é possível carregar o SAGE e o PACE (ambiente de trabalho do OTS). Ou seja, é possível que o instrutor faça também comandos no SAGE para simular uma manobra ou contingência.

Também existem nesta ante-sala dois micros PC com sistema operacional Windows, onde o instrutor, assim como o treinando tem acesso ao SIGOP demais aplicativos operacionais. Além dos telefones para simulação de agentes, centros regionais e gerência.

5.2. Modelagem do simulador – regulação primária

Durante os testes de aceitação do simulador, uma falha notada foi a velocidade com que as unidades geradoras respondiam a oscilações de carga no sistema.

No dia 01/09/06, por volta das 18h30min, houve uma variação negativa de 0,7 Hz na frequência do SIN, devido à rejeição automática e instantânea de aproximadamente 5.000 MW na usina de Itaipu, devido aos desligamentos de um bipólo do sistema de corrente contínua e dois circuitos entre Foz do Iguaçu e Ivaiporã na rede de 765 kV, não ocorrendo nenhuma perturbação complementar e nenhuma rejeição de carga por atuação de esquemas de proteção ou por oscilação de frequência no SIN.

Foi feita uma simulação com o desligamento de 50% da geração total de Itaipu, algo na ordem de 5.000 MW, configurando o sistema com as condições aproximadas do SIN do dia 01/09/06. A variação de frequência do simulador no momento do desligamento foi de apenas 0,1 Hz negativo, comprovando a indevida regulação primária das máquinas.

O problema pode ser causado pelo fato de não existir o valor para rampa de geração das unidades geradoras na base de dados que vem do arquivo ONS.sss, carregando por default um valor de rampa de resposta das máquinas de 200MW/s para cada unidade existente no sistema simulado. Fato que, ao se computar aproximadamente 200 unidades geradoras sincronizadas na simulação geraria uma rampa de aproximadamente 40.000 MW/s, fazendo o sistema acaba não permitindo a variação correta de frequência.

Para solucionar esta deficiência foi colocado como *default* um valor aproximado de 30% da sua capacidade de geração para utilizar como rampa de elevação. Para usinas onde são conhecidos estes valores de rampa, foram colocados valores reais.

5.3. Modelagem do CAG

O CAG do OTS é composto por um CAG para cada área de controle definida no simulador.

Estes CAGs vêm configurados em modo TLB (Tie-Line Bias), ou seja, manutenção de frequência e intercâmbio líquido da área.

Como não é possível carregar a programação do intercâmbio programado para cada subsistema, é necessário que seja desconsiderado o valor da programação de intercâmbio na realização de algumas simulações,

principalmente para o CNOS, que normalmente tem ação sistêmica e não regional no SIN.

Com isso uma alternativa é passar uma área de controle para FF (frequência constante) e desligar o CAG das demais áreas, correndo o risco de se ficar sem reserva girante para todo o sistema.

Uma opção viável, dada a atual configuração do SIN, é deixar configurado como *default* no simulador OTS os sistemas Sudeste em FF, aumentando significativamente sua reserva girante, e deixar o CAG do Sul, do Nordeste e do Norte desligados, impedindo instabilidade na operação dos CAGs.

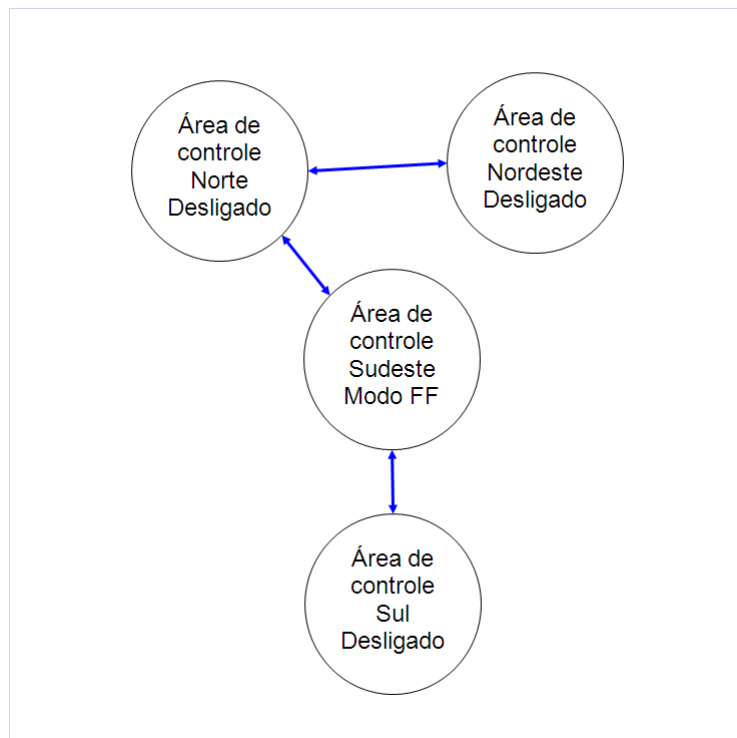


Figura 52 - Esquema das áreas de controle

Outro ponto na configuração do CAG é o valor *default* considerado para o Bias de todos os CAGs, com o valor de 50 MW/dHz.

Com isso, foi necessário calcular um valor de Bias para cada área de controle da seguinte maneira:

Áreas	Norte	Sul	Nordeste	Sudeste
Potência disponível (MW)	13000	12000	10500	35800
Carga (MW)	6500	11000	8500	34000
R (pu)	0,05	0,05	0,05	0,05
D (pu)	01	01	01	01

Tabela 01 – Dados do SIN na base de dados do SAGE-OTS para cálculo do BIAS

Onde:

D = coeficiente de amortecimento em pu;

R = regulação do sistema em pu.

Calculando o valor aproximado da característica natural com a equação [25]:

$$C_n = \frac{\left(\frac{C_g}{R} + D' * C \right)}{10 * f_n} \quad (1),$$

onde :

C_n = característica natural;

f_n = frequência natural do sistema = 60 Hz;

C_g = geração sincronizada;

D' = coeficiente de amortecimento;

R = regulação do sistema;

C = carga do sistema.

Aplicando os valores da tabela 01 na equação (1) obtém-se para cada área:

$$C_{nNorte} = \frac{\left(\frac{13000}{0,05} + 1 * 6500 \right)}{10 * 60} = 444,17 MW / dHz,$$

$$C_{nSul} = \frac{\left(\frac{12000}{0,05} + 1 * 11000 \right)}{10 * 60} = 418,33 MW / dHz,$$

$$CnNordeste = \frac{\left(\frac{10500}{0,05} + 1 * 8500\right)}{10 * 60} = 364,17 MW / dHz$$

$$CnSudeste = \frac{\left(\frac{35800}{0,05} + 1 * 34000\right)}{10 * 60} = 1250 MW / dHz$$

Estes dados são colocados no arquivo de geração de base - offsage.dat, junto com o modo de operação de cada CAG.

5.4. Modelagem de carga

A carga na simulação é caracterizada por potência constante, utilizando como referência o valor instantâneo obtido pelo *snapshot* criado no SAGE do tempo real.

Está divisão das cargas é dada por áreas de controle, sendo assim, pelo SAGE vem informação de carga para o subsistema Sul, Norte, Nordeste, Sudeste e da ANDE no Paraguai (via Itaipu 50 Hz).

Apesar disso, é possível entrar através do arquivo offsage.dat com uma curva de carga para cada área de controle.

A figura 38 mostra a curva de carga da área de controle Nordeste, onde:

- Na primeira linha é descrito que o cartão de entrada de dados (ZO0) com o nome da área de controle e da empresa (no caso do SAGE/CNOS, é o mesmo nome);
- Na segunda linha, ou cartão ZO1, é encontrado o valor de pico da curva de carga e informações sobre a estação do ano e tipo de dia da semana (no caso ALL significa que serve para todos os dias da semana, dentro de qualquer estação do ano);
- A partir da terceira linha, ou cartão ZO2, é encontrado o valor da carga em intervalos de 05 minutos, referenciado em unidade do valor de pico (em p.u.).


```

Z00 Z3      NE      NE
Z01 Z3      8490.4  ALL ALL
*
* Pontos da Curva de carga
*
Z02 0.7384075 0.7196173 0.7180344 0.7101205 0.7353581 0.734686
Z02 0.7610514 0.7716936 0.7892153 0.7790655 0.7770645 0.765050
Z02 0.7665761 0.7512337 0.7592388 0.7492386 0.7437600 0.753405
Z02 0.7621687 0.7565008 0.7589053 0.7585698 0.7645345 0.766451
Z02 0.7409271 0.7228547 0.7216142 0.7250936 0.7183741 0.718114
Z02 0.7040983 0.7064961 0.7135822 0.7118020 0.7143397 0.708088
Z02 0.7196749 0.7213929 0.7149027 0.7150747 0.7202029 0.728182
Z02 0.7319150 0.8078034 0.8087379 0.8067264 0.8081780 0.806480
Z02 0.8071829 0.7927467 0.7910029 0.7959835 0.7983983 0.798526
Z02 0.8055004 0.7961512 0.7937983 0.7886079 0.7824253 0.787926
Z02 0.7989028 0.8066191 0.8081805 0.7888062 0.7948552 0.789461
Z02 0.7863023 0.7638135 0.7658252 0.7449607 0.7569177 0.748099
Z02 0.7365493 0.7514703 0.7433153 0.7439595 0.7481440 0.743026
Z02 0.7516543 0.7624598 0.7153942 0.7209348 0.7269516 0.723640
Z02 0.7338865 0.7339526 0.7454821 0.7409810 0.7405326 0.755410
Z02 0.7811246 0.7937442 0.7968300 0.7938975 0.8101860 0.827960
Z02 0.8213160 0.8336711 0.8588708 0.8608984 0.8730336 0.856958
Z02 0.8521789 0.8620241 0.8596922 0.8513542 0.8573720 0.878119
Z02 0.8705287 0.8708439 0.8655017 0.8800580 0.8889960 0.851919
Z02 0.7966647 0.8046642 0.8126978 0.8073516 0.8092392 0.808160
Z02 0.8047575 0.7966341 0.8518148 0.8560348 0.8393364 0.850781
Z02 0.8454577 0.8456913 0.8504648 0.8753542 0.8747502 0.872958
Z02 0.8780189 0.8986499 0.9083496 0.8789459 0.8743280 0.865338
Z02 0.8765108 0.8664792 0.8747285 0.8615949 0.8601613 0.848326
Z02 0.8410682 0.8391535 0.8482130 0.8542894 0.8669765 0.859304
Z02 0.8604372 0.8592813 0.8509017 0.8636007 0.8650399 0.857261
Z02 0.8454896 0.8350954 0.8366087 0.8325218 0.8332516 0.807362
Z02 0.8286064 0.8038605 0.8164002 0.8202998 0.8239805 0.829975
Z02 0.8414886 0.8706098 0.8633604 0.8624671 0.8933862 0.897797
Z02 0.8956886 0.8687793 0.8498968 0.8328050 0.8339159 0.816697
Z02 0.7949888 0.7723608 0.7744031 0.7844033 0.7627077 0.753794
Z02 0.7515539 0.7489231 0.7316745 0.7275167 0.7105959 0.728769
Z02 0.7209093 0.7075159 0.6925374 0.6958262 0.6442756 0.640458
Z02 0.6446222 0.6246582 0.6244584 0.6244658 0.6240717 0.652212
Z02 0.6380844 0.6312689 0.6270298 0.6286551 0.6374933 0.626028
Z02 0.6396119 0.6682807 0.7286629 0.7473972 0.7559516 0.785972
Z02 0.8155950 0.8114342 0.7967971 0.8030029 0.8039399 0.803812
Z02 0.8134010 0.8184765 0.8060816 0.8190962 0.8252852 0.822968
Z02 0.8211326 0.8219284 0.8172060 0.7989360 0.8502631 0.850412
Z02 0.8660850 0.8615140 0.8583519 0.8550911 0.8556672 0.852318
Z02 0.8468195 0.8598613 0.8577240 0.8451720 0.8582073 0.858929
Z02 0.8599355 0.8533075 0.8549154 0.8524572 0.8528058 0.856681
Z02 0.8567870 0.8664190 0.8781278 0.8768325 0.8910505 0.883729
Z02 0.8963326 0.9029973 0.9018920 0.9028141 0.9011268 0.903635
Z02 0.8939355 0.9605090 0.9839557 0.9855588 0.9925105 1.000000
Z02 0.9952103 0.9973832 0.9984647 0.9651185 0.9582252 0.958472
Z02 0.9516427 0.9469269 0.9311297 0.9201744 0.9234709 0.892745
Z02 0.8432526 0.8457369 0.8483575 0.8458232 0.8499912 0.846264
*

```

Figura 53 - Exemplo de curva de carga no `offsage.dat`

É possível alocar uma curva para cada área de controle.

A partir do carregamento da base, o OTS verifica o horário do *basecase* e considera o valor de carga do *basecase* (caso base) como sendo o valor em p.u. indicado na curva de carga, ajustando assim o valor absoluto de toda a curva.

5.5. Criação da planilha de curva de carga

Como o histórico do ONS é feito pela base INFORMIX e a publicação destes dados é via utilização do software Microsoft Office Excel, gravados em intervalos de 01 minuto, fez-se necessário uma adaptação.

Nº	Cia	Estação	Dia	Nº	Companhia	Curva de 1 em 1 minuto						
						Curva 1	Curva 2	Curva 3	Curva 4	Curva 5	Curva 6	
1	Argentina	verão	todos	1	Estação Dia	3	4	5	7	8	9	
2	Itaipu	outono	feriado	2		5	5	5	5	5	5	
3	Minas Gerais	inverno	domingo	3		1	1	1	1	1	1	
4	Norte	primavera	segunda	4		00:00	5140,85	3474,98	6426,14	7549,22	10039,42	13016,8
5	Nordeste	todas	terça	5		00:01	5149,63	3439,67	6537,99	7560,1	9873,89	12955,8
6	Paraguai		quarta	6		00:02	5196,39	3459,19	6481,58	7510,32	9967,52	12908,2
7	Sul		quinta	7		00:03	5167,99	3439,13	6498,37	7478,49	9939,23	12893,7
8	Sudeste		sexta	8		00:04	5150,01	3441,38	6425,94	7508,68	10137,2	12830
9	São Paulo		sabado	9		00:05	5156,19	3422,91	6452,73	7495,57	10038,42	12822,9
10	Uruguai			10		00:06	5153,19	3462,72	6421,53	7459,1	10060,05	12850,9
	Carregar carga				00:07	5143,73	3423,83	6441,88	7478,75	10172,83	12796,5	
	Criar Gráficos				00:08	5143,85	3438,43	6414,39	7475,02	10090,17	12797,2	
	Criar PRN				00:09	5151,44	3407,93	6421,78	7451,57	10171,13	12775,1	
	Cria Lista				00:10	5160,18	3428,34	6395,78	7451,16	10041,6	12783,4	
data atual:	14/8/07				00:11	5134,39	3429,47	6377,75	7462,55	10036,54	12788,1	
data desejada:	1/8/06				00:12	5144,02	3418,58	6422,68	7414,34	9939,63	12787,1	
número de dias negativos que deve ser digitado no lote (default -1):	-378				00:13	5129,96	3423,61	6414,04	7387,46	9984,22	12789,1	
					00:14	5106,39	3413,44	6420,1	7384,12	10026,89	12797,2	
					00:15	5184,18	3329,56	6405,5	7392,08	10006,75	12774,7	
					00:16	5157,28	3440,07	6371,24	7379,88	9988,11	12763,8	
					00:17	5151,3	3420,13	6409,66	7363,04	9995,82	12737,8	
					00:18	5162,78	3432,64	6397,31	7359,65	9976,13	12749,2	
					00:19	5170,34	3416,42	6420,31	7359,49	9976,52	12738,9	
					00:20	5136,45	3402,96	6411,19	7360,08	9746,85	12597,6	
					00:21	5113,87	3394,19	6404,39	7364,08	9856,49	12550,6	
					00:22	5143,6	3395,58	6402,11	7331,23	9802,23	12550,7	
					00:23	5158,74	3402,44	6397,57	7354,97	9735,6	12534,2	
					00:24	5145,86	3413,93	6373,34	7354,96	9721,61	12513,4	
					00:25	5114,3	3391,32	6382,7	7322,8	9812,19	12543,3	
					00:26	5168,65	3401,31	6321,09	7313,16	9646,62	12563,6	

Figura 54 - Parte da Planilha com os comandos para geração de curva de carga para o OTS

Para esta adaptação criou-se uma planilha Excel, seguindo assim as seguintes ações:

1. A planilha gera uma busca no INFORMIX com base na data desejada;
2. A busca gera uma planilha com os dados minuto a minuto da carga;
3. A própria planilha monta uma tabela para os dados a cada 05 minutos e aguarde edição por parte do usuário;
4. A seguir são gerados os arquivos .PRN (um para cada área de controle), com os dados na forma mostrada na figura 54, com a tabulação exigida pelo OTS;
5. Por último são transferidos os arquivos para o servidor do OTS, editando assim o arquivo offstage.dat.

5.6. Mudança de equipamento para melhoria de desempenho

Durante o período trabalhado, várias inconsistências no desempenho das simulações foram identificadas e ajustes do software foram feitos em contato com o CEPEL, mas devido ao tamanho do sistema simulado pelo SAGE do CNOS, a configuração recomendada pelo CEPEL mostrava-se pouco eficiente, sendo dentro do projeto de criação do programa de treinamento, feito um upgrade das máquinas do OTS.

Especificações do Hardware* do OTS		
	Antes	Depois
Máquina	PC	Servidor
Processador	Pentium 4	Xeon TM
Num. de Processadores	01	02
Clock	1,8 GHz	3,6 GHz
Memória RAM	1 Gbyte - 333 MHz	4 Gbytes - 400 MHz
HD	40 Gb	144 Gb
* parte da especificação, mostrando os dados de maior relevância		

Figura 55 - Nova configuração do OTS

Em julho de 2007 foram trocados os computadores, conforme a especificação indicada na figura anterior, e após alguns testes de treinamento e esforço (contingências de grande porte e até pequenos blecautes) foi verificada uma melhora no desempenho do software.

Um indicador para este ganho foi a mudança do tempo do ciclo de execução do fluxo de potência, em torno de 800 a 900 milissegundos (valor perigoso devido o valor máximo de 01 segundo para o processo de fluxo de carga, podendo inviabilizar a simulação com esta violação) para valores na ordem de 20 a 30 milissegundos, chegando, na condição de stress máximo, a 100 milissegundos.

5.7. Criação do manual do usuário do OTS

Uma das principais necessidades para o processo de treinamento ser implantado e fazer parte da rotina do CNOS, é a multiplicação do conhecimento sobre a utilização do OTS para os operadores do CNOS.

Face à necessidade, aliada ao fato do material didático disponibilizado pelo CEPEL ser disperso e de difícil entendimento, foi realizada por este autor, durante o primeiro semestre de 2006, a elaboração do “Manual de utilização para usuário do SAGE-OTS no CNOS e COSR-NCO”.

Este manual foi concebido através da descrição direta da execução do simulador, unificada a pesquisa de alguns conceitos junto o material disponibilizado pelo CEPEL e EPRI [21-24].

As principais características deste manual são:

- Modo de execução de manobras via SAGE e PACE;
- Modo de manipulação do simulador;
- Criação de eventos;
- Manipulação de dados da simulação;
- Entrada de dados para enriquecimento da base de dados do OTS;
- Instruções de manutenção básica dos equipamentos, sistema operacional e *software* OTS.

Além disso, foi montado também um estudo dirigido, através de vídeo aula, com demonstração dos comandos básicos e navegabilidade do SAGE e PACE, conforme figura a seguir.

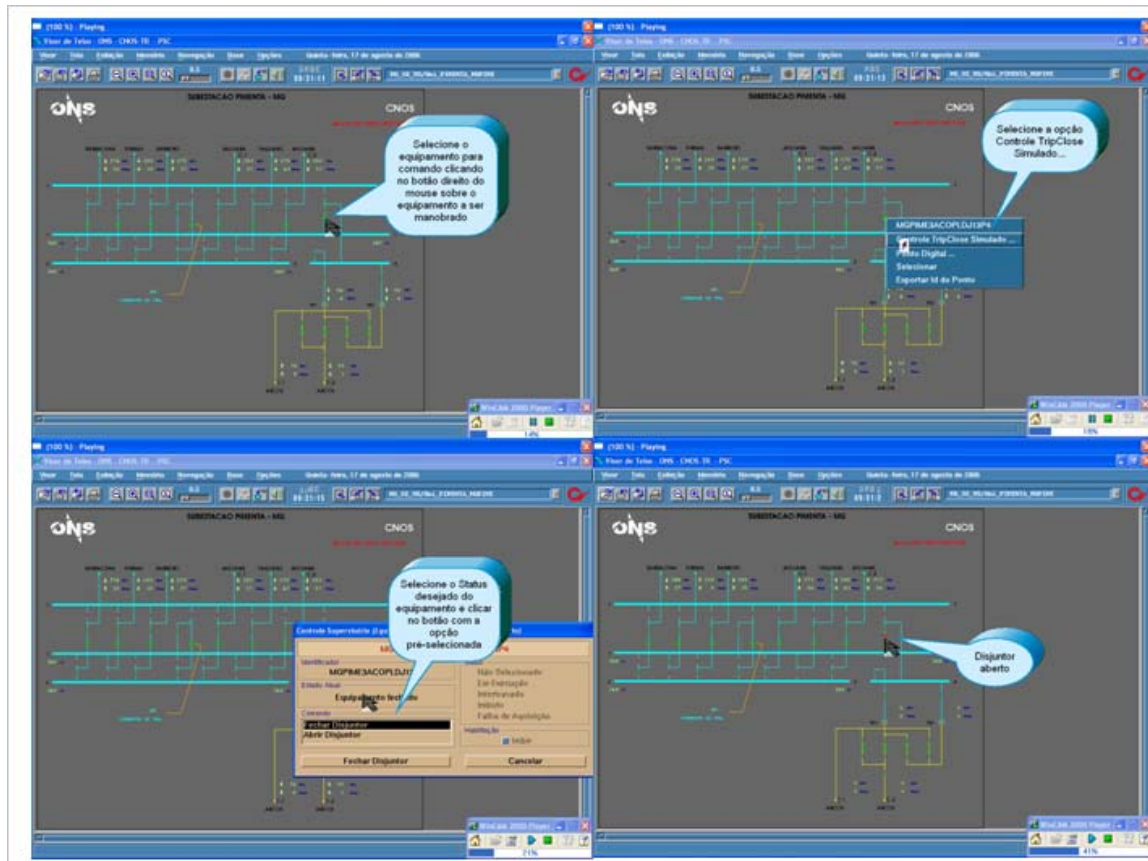


Figura 56 - Imagem de quatro quadros de um vídeo de estudo dirigido

5.8. Criação dos procedimentos de trabalho tipo PCN

PCN é o nome dado a um procedimento do SGO (Sistema de Gestão da Operação) do CNOS, onde são descritos procedimentos padronizados para a realização de uma atividade específica, como por exemplo, o “PCN 51 – Comunicação Verbal de Ocorrências”.

O PCN 64 – Treinamento de Operadores no CNOS/COSR-NCO foi criado com o objetivo de, com a contratação de um novo operador, ou na ocorrência de necessidade de treinamento para novos processos na sala de controle, ou ainda, realização de reciclagem aos operadores da sala, direcionar o modo como estes treinamentos devem ser realizados, indicando a estrutura e as atividades que devem constar no treinamento. Este PCN também orienta sobre a forma de como utilizar o Programa Treinamento de Operadores, descrito no próximo item deste capítulo.

O PCN 65 - Gestão do Simulador para Treinamento de Operadores foi criado com o objetivo de mostrar as diretrizes para a utilização dos simuladores do SSC e os tipos de treinamento que podem ser realizados, além de mostrar como deve ser utilizado o programa Gestão do Simulador de Operação.

5.9. Programa Treinamento de Operadores

O Programa Treinamento de Operadores é desenvolvido dentro do Microsoft Access, como um banco de dados, com o objetivo de fazer a gestão do treinamento dos operadores do CNOS/COSR-NCO em três frentes:

1. Adequar as atividades necessárias ao novo operador para este exercer sua função na sala de controle com o perfil do mesmo, através da realização de uma entrevista onde os dados de entrada realizarão uma busca na base de dados, capturando assim as atividades, e suas devidas cargas horárias, de acordo com o perfil deste operador;
2. Preparar roteiro para a adição de novo processo à sala de controle;
3. Preparar roteiro para a reciclagem com os operadores da ativa, determinando as frentes de trabalho para reforço.

Além disso, conforme necessidade levantada pela ANEEL, este programa armazena em seu banco de dados todas estes programas de treinamento, podendo ser possível levantar um histórico a qualquer momento sobre a vida acadêmica dos operadores dentro do CNOS/COSR-NCO.

O programa foi desenvolvido com o conceito de evolução contínua, liberando assim que todos os campos onde as classificações, atividades e a parte da entrevista possam ser melhorados ou aumentados conforme a necessidade do usuário ou administrador.

Por exemplo, no subitem 4.10.1, foram descritos os itens da entrevista do operador para seleção, onde fica determinada a experiência do novo operador. Caso seja interessante a criação de novos tópicos para classificar este novo profissional, sem grandes esforços de programação.

Além disso, o Access permite que sejam criados relatórios dos mais diversos tipos e modos de consulta, garantindo uma grande interatividade com o usuário e administrador.

5.10. Programa Gestão do Simulador de Operação

O Programa Gestão do Simulador de Operação é desenvolvido no ambiente do Microsoft Access, como um banco de dados, com o objetivo de fazer a gestão do uso do simulador indicando as diretrizes para uso do mesmo, além de gerar um banco de dados para utilizações futuras.

Neste programa são desenvolvidos:

- O roteiro para realização do treinamento;
- O roteiro da simulação e da execução da mesma;
- A avaliação conforme o tipo de treinamento realizado;
- Os comentários sobre as necessidades e pontos a serem melhorados dentro da simulação, preenchidos por todos, instrutores, avaliadores e operadores.

Novamente, conforme orientação da ANEEL, este programa também guardará um histórico da realização de treinamentos utilizando simuladores dentro do CNOS/COSR-NCO.

Como o Programa de Treinamento de Operadores, este também é totalmente aberto para edição e desenvolvimento de novos campos de cadastramento nos módulos deste programa.

5.11. Revisão da Rotina Operacional RO-MP.BR.03

Existe uma Rotina Operacional descrita como “TREINAMENTO DOS OPERADORES DE SISTEMA DOS CENTROS DE OPERAÇÃO DO ONS”, onde somente é descrito, apesar do título, o processo de atualização dos operadores para mudanças no MPO ou a entrada de novas instalações ou equipamentos no SIN, a se julgar e montar pela equipe de Normatização, através de reuniões de discussão após a leitura dos documentos em pauta.

Por isso, consta no anexo 01 a parte textual que está sendo adicionada a esta rotina operacional, dando também a condição e o modo de treinamento em todas as modalidades para os operadores, conforme foi discutido no Capítulo 6 desta dissertação.

5.12. Preparação dos Sistemas de Proteção no OTS

Apesar de ainda ser proibitiva a implementação dos modelos e ajustes das proteções de linhas e equipamentos, por necessidade de dados dos Agentes, no qual o ONS não tem acesso, além da difícil logística de manutenção de um banco de dados deste porte para um simulador, muitas simulações só podem ser executadas com a existência de alguns esquemas de proteção, para que a simulação seja fidedigna ao tempo real.

Por este motivo, foi montada uma equipe de operadores, que, em conjunto e sob coordenação deste autor, estão construindo no OTS, através do uso da ferramenta de criação de eventos condicionais, todos os esquemas especiais existentes nas “Instruções de Operação de Esquemas Especiais”, sejam elas PPSs, ECSs ou ECEs (tipos de esquema automático de proteção ou preservação do sistema).

Será feita uma varredura nas instruções de operação normal e de contingência para verificação de limites de carregamento, criando assim relés de sobrecorrente, entre outros.

Estas ações que estão em andamento buscam a maior fidelidade entre o simulador OTS e o Sistema Elétrico Brasileiro.

Todas estas atividades foram desenvolvidas ao longo dos últimos dois anos para adequar o OTS e SAGE, além da documentação citada anteriormente, a fim de criar dentro do CNOS uma sistemática de treinamento para seus operadores de forma padronizada e em alto nível.

5.13. Testes Simulados

Neste item é descrita a realização de duas simulações realizadas no decorrer deste trabalho, possibilitando ajustes e verificação prática do sistema de treinamento.

São elas:

- Simulação de dia de jogo da seleção Brasileira na Copa do Mundo 2006;
- Simulação de assunção do COSR-S pelo CNOS dentro do PPSP (Plano de Preservação dos Serviços Prioritários do ONS).

5.14. Simulado na Copa do Mundo 2006

Um dos eventos mais importantes dentro da operação do sistema interligado ocorre a cada quatro anos, durante os jogos da seleção brasileira dentro da Copa do Mundo.

Como pode ser verificada no gráfico da figura 57, além da ocorrência de patamares de carga durante o jogo (horário de início da partida – 16 horas) dentro de níveis de carga mínima, a grande variação que ocorre no intervalo do jogo e ao término do mesmo, alcançando um valor de 12.000 MW em apenas 13 minutos.

A simulação da carga e o treinamento dos operadores ocorreram da seguinte maneira.

Antes do primeiro jogo foi utilizada uma carga prevista, levantada através do crescimento ocorrido entre 1998 (Copa da França) e 2006, além da curva característica da semifinal entre Brasil e Holanda em 1998.

A equipe que trabalhou no jogo Brasil X Croácia fez um treinamento no dia anterior ao jogo com este cenário previsto.

Para os demais jogos foi utilizada a curva do próprio jogo Brasil x Croácia. Assim, todas as demais equipes foram treinadas neste cenário mais realístico.

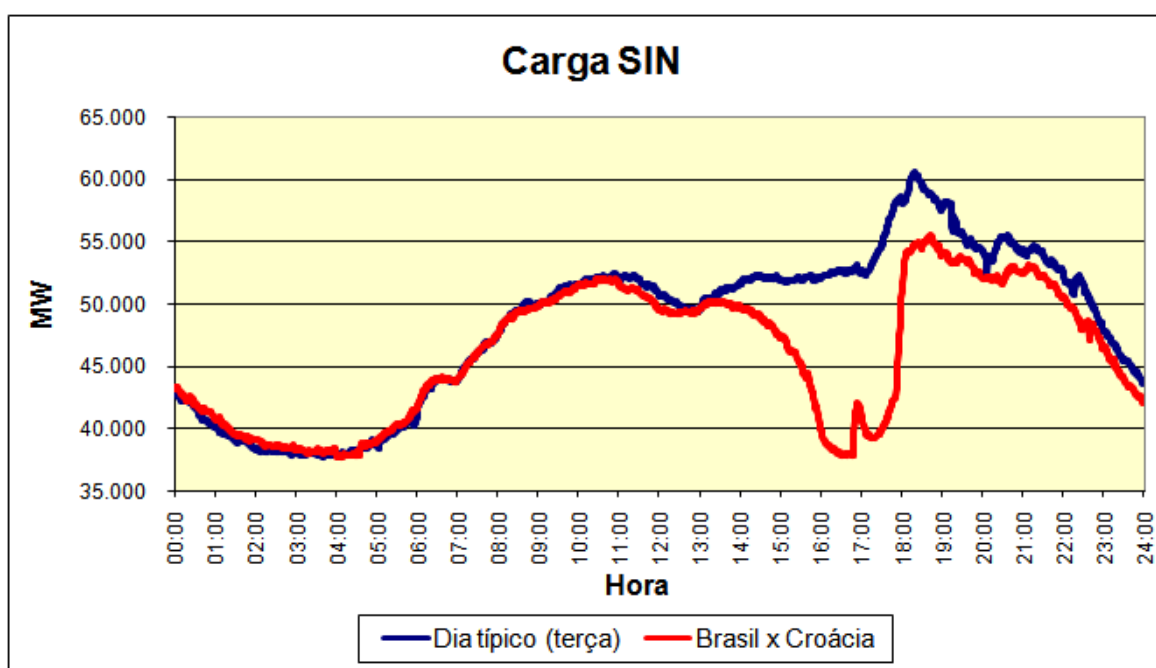


Figura 57 - Curva de carga no dia de jogo da seleção brasileira na Copa de 2006

5.14.1 A simulação

A simulação foi realizada na sala de treinamento, conforme a figura 58, onde se encontravam o Operador Supervisor, o Operador da Produção e o Operador da Transmissão, junto ao Engenheiro de Operação em Tempo Real que operava o simulador.

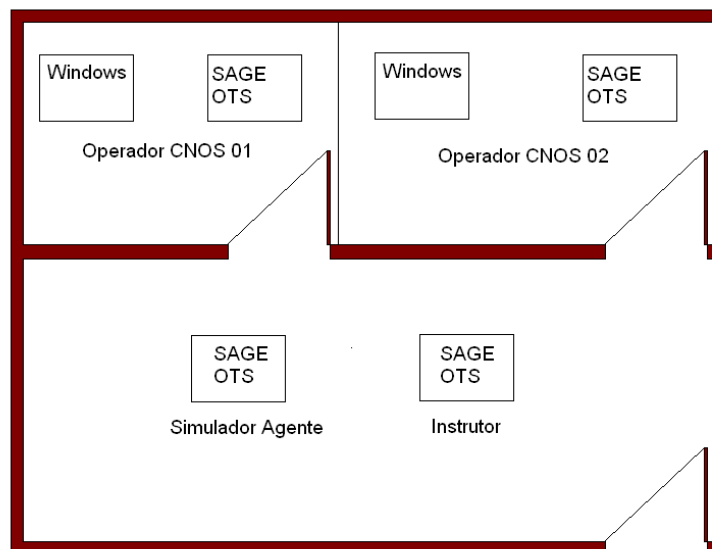


Figura 58 - Configuração do Ambiente do Drill

Os próprios operadores fizeram os comandos para adequação dos níveis de tensão e carregamento dos equipamentos do SIN.

5.14.2. O objetivo

Como objetivos principais desta simulação podem-se destacar:

- Apresentar e treinar os operadores que participaram da simulação na utilização da ferramenta OTS (Operator Training System);
- Verificar as condições do sistema de treinamento que estejam em desacordo com a realidade;
- Testar a capacidade de simulação em diversas consoles, verificando a queda de desempenho do simulador;
- Apresentar à gerência da operação em tempo real a utilização do simulador como ferramenta de apoio à operação;

- Conhecer e diagnosticar os principais pontos de violação de carregamento e tensão durante os jogos da seleção brasileira na Copa do Mundo.

5.14.3. O cenário

O cenário é uma operação normal em todo o sistema, iniciando às 14 horas, com ocorrência do jogo da seleção brasileira às 16 horas e terminando aproximadamente próximo às 18 horas, perfazendo 04 horas de treinamento.

Durante o jogo o CAG do Sul e o CAG do Norte ficarão desligados, o CAG do Nordeste em Intercâmbio e Frequência Constantes (TLB) e o CAG do Sudeste em Frequência Constante (FF) conforme Mensagem Operativa 065/06 da Diretoria de Planejamento, prevenindo a falta de regulação primária na região Sudeste, para a rampa do término do jogo.

Sempre que for necessário, será pausada a simulação para propiciar uma seqüência de comandos necessários ao mesmo tempo.

5.14.4. Cronograma de simulação

A simulação ocorreu na seqüência apresentada no quadro a seguir:

Horário	Ação
14h00min	Iniciada a simulação
14h01min	Testado o controle de tensão no SIN, face redução gradativa e rápida de carga no mesmo. Neste cenário é recomendável a retirada do menor número de geradores sincronizados e desligamentos de linhas de transmissão.
16h30min	Intervalo do jogo, ocorrência de grande tomada de carga no SIN.
17h35min	Rampa do término do jogo com adequação dos níveis de tensão e carregamento das linhas de transmissão e demais equipamentos do SIN.
18h15min	Fim da simulação.

5.14.5. Conclusões e melhorias identificadas

O principal efeito da simulação foi a aprovação geral por parte dos operadores da ferramenta OTS, sendo considerada por alguns operadores como uma descontração em termos de operação, que apesar de trabalhosa a simulação, foi realizada sem reclamações pelos operadores.

O fato da simulação se realizar dentro do SSC que os operadores utilizam no dia-a-dia facilitou muito a absorção dos comandos do OTS.

Outro ponto a se ressaltar foi à simulação fidedigna do cenário, mostrando como pontos de maior problema para o controle de tensão exatamente os mesmos do tempo real durante o jogo, principalmente no sistema de 440 kV de São Paulo e o 345 kV do Rio de Janeiro.

Como melhorias foram feitas várias sugestões, sendo elas:

- Permitir comando nos compensadores síncronos dentro do simulador OTS de modo a modificar a referência de tensão dos mesmos;
- Permitir comando de *setpoint* nos CAGs do OTS, de modo que as usinas realizem o processo de retomada de geração com maior velocidade;
- Modificar a resposta primária das máquinas da base de dados do SAGE, pois estão setadas com valores muito acima da realidade;
- Melhorar o ambiente de simulação de modo a cada console possuir um sistema supervisor e um PC Windows para a rede corporativa;
- Montar um relatório para guardar o histórico deste tipo de simulação.

Todas estas pendências levantadas foram equacionadas de modo a melhorar o sistema de simulação no CNOS/COSR-NCO.

Do ponto de vista da operação realizada pelos operadores, apesar de não ser passível de avaliação pelo fato do operador desempenhar funções que não são pertencentes a sua rotina de trabalho, em todas as equipes pode-se observar as seguintes características:

- O operador supervisor faz a função correta de coordenar as tarefas, auxiliando muitas vezes no redespacho das unidades geradoras;

- O operador de transmissão faz as manobras para controle de tensão, mas no momento da rampa de término do jogo, necessita que seja pausada a simulação para que ele realize as manobras com bancos e capacitores reatores, para não haver violação no nível de tensão;
- O operador da geração, com o auxílio do operador supervisor providencia o redespacho das usinas, mas necessitando a todo o tempo que se pause a simulação, evitando assim subfreqüências no sistema;
- O desempenho geral dos operadores, do ponto de vista do CNOS, foi acima do esperado. Ressalta-se somente como ponto negativo, o fato de ter sido utilizado poucos recursos da rede regional e de distribuição. Este fato pode ser dado como irrelevante para a avaliação direta dos operadores pelo fato dos mesmos não serem responsáveis por estas áreas. Seria interessante o desenvolvimento de treinamentos buscando o enriquecimento dos operadores neste contexto.

5.15. Simulado PPSP

O ONS criou este ano o PPSP – Plano de Preservação dos Serviços Prioritários –, com o objetivo de estar preparado para que na evacuação de um dos seus centros de operação, outro Centro de Operação pré-determinado esteja pronto para assumir a operação do centro em contingência, reduzindo ao máximo qualquer interferência desta contingência na operação do SIN.

Uma das tarefas que foram programadas para a realização deste PPSP foi a realização de simulações de onde serão transferidas as funções dos regionais para o CNOS, de forma que o operador do CNOS opere a área assumida, entrando em contato direto com Agentes.

Estes simulados chamados Drills foram realizados, utilizando a metodologia sugerida nesta dissertação, no Capítulo 4.

5.15.1. As simulações do Plano de Preservação dos Serviços Prioritários

As simulações compreendem a transferência de um centro regional do ONS para o CNOS, através de uma seqüência de eventos, conforme Anexo 5. Após

a tarefa de assunção do centro sob contingência, segue a ocorrência de alguns eventos da operação para testar o operador quanto a sua capacidade para operar outro centro, finalizando com a devolução da operação ao centro contingenciado.

5.15.2. O objetivo

Além de testar os processos sugeridos nesta dissertação, o objetivo central deste Drill é a verificação de necessidades não contempladas dentro do PPSP.

5.15.3. Cenário

O centro que sofrerá evacuação será o COSR-S, onde as funções serão transferidas para o CNOS.

Após a transferência do COSR-S para o CNOS, além da operação normal e expectativa de questionamento do operador do CNOS aos Agentes sobre condições operacionais do sistema Sul, deverá ocorrer sobrecarga na transformação da subestação de Xanxerê (Eletrosul), exigindo que o operador do CNOS faça uma seqüência de manobras para retirar a sobrecarga, além de sobrecarga na transformação da subestação de Foz do Chopim (COPEL). Todos estes detalhes estão contidos no Anexo 05.

5.15.4. Conclusões e melhorias identificadas

No *Drill* foram percebidas algumas necessidades para o melhoramento do procedimento de assunção do COSR-S pelo CNOS, quais sejam:

- Orientar aos operadores sobre a necessidade de se incorporar o conceito de operação regional;
- Salientar a necessidade de colocar o COSR-S num ponto de operação com maior confiabilidade, interrompendo intervenções e refazendo a programação de modo a buscar este objetivo;
- Criar um procedimento para os operadores do CNOS quando estes estiverem assumindo outro centro de operação;

- Planejar e distribuir melhor as tarefas dentro da sala de controle, pois o contato direto com os Agentes toma um tempo excessivo;
- Possibilitar o acesso remoto ao SSC do COSR-S, pois muitas informações podem ser melhor assimiladas facilitando a tomada de decisão na sala de controle;
- Corrigir lista de contatos, inserindo contato com os centros de operação: DNCU (Uruguai), CAMMESA (Argentina), COSR-SE e Itaipu Binacional;
- Verificar os procedimentos relativos ao CAG do COSR-S, de modo a desligar o mesmo e retirar as usinas do seu controle.

Estas necessidades não foram contempladas no planejamento, sendo as mesmas corrigidas e elaboradas, permitindo que o procedimento de assunção do COSR-S e nos demais Centros de Operação do ONS sejam corrigidos.

5.16. Melhorias Gerais no Processo de Treinamento

5.16.1. O futuro simulador

Como citado no Capítulo 2, à maioria dos simuladores para treinamento de operadores (DTS ou OTS) comerciais disponíveis não leva em consideração os transitórios eletromecânicos do sistema de potência. Uma das tendências em se tratando de tais aplicativos é desenvolver simuladores capazes de representar em tempo real o sistema elétrico usando sua modelagem eletromecânica completa com um determinado grau de precisão, bem como o uso de processamento paralelo, para ser viável em tempo real.

Outra tendência é o desenvolvimento de um Simulador Rápido que permita simular um sistema elétrico de potência em tempo real utilizando o modelo de estabilidade generalizada [08]. Isto significa um grande avanço no campo dos simuladores para treinamento de operadores e torna a simulação mais realista.

5.16.2. Melhorias no processo de treinamento

A sala de treinamento pode receber a instalação de uma película espelhada entre as salas, impedindo a visualização da ante-sala para os treinandos, objetivando não gerar um sentimento de pressão sobre os treinandos devido à presença de observadores.

Uma sistemática a ser implantada é um sistema de microfones com gravadores e a gravação dos aparelhos telefônicos para possíveis discussões após a simulação, onde podem ser mostrados exatamente momentos onde houve algum tipo de falha ou incoerência.

Algumas melhorias no SAGE do OTS também podem ser feitas com o intuito de melhorar a navegabilidade e a independência para simulações.

Na tabela a seguir estão algumas destas sugestões para maior navegabilidade no SAGE, reduzindo a utilização dos tabulares do PACE:

Item	SAGE	Função	Associação a tela do PACE
01	Options	Editar a simulação via SAGE	OTS - OTS Options
02	CAG	Manipular o CAG das áreas de controle	OTS - Control Areas - AGC Summary
03	Intercâmbio	Repassar listagem de programação de intercâmbio e possíveis reprogramações em tempo real	OTS - Control Areas - Interchange Schedules
04	Geradores	Manipular valores de geração (MW/MVAR) além do status da unidade geradora	Equipment - Generators - Summary
		Manipular funções como do governador de velocidade	Equipment - Generators - Other controls
05	Carga	Editar os valores de carga	Equipment - Loads - Feeder Summary
06	Compensador Síncrono	Editar a potência reativa e o regulador de tensão	Equipment - Generators - MVAR/KV Controls
07	Avançada	Manipular comandos rápidos via SAGE	OTS - Advanced - Multiple Generator Change OTS - Advanced - Adjust Simulation Time
08	Transformadores	Comandar TAP e regulador automático de tensão	Equipment - Transformers - Automatic LTC Summary Equipment - Transformers - Manual Tap Control
		Comandar via Tabular os DJs das subestações	Equipment - Switches - Circuit Breakers
09	Disjuntores	Comandar via Tabular os DJs das subestações	Equipment - Switches - Circuit Breakers
10	Frequência	Visualizar em tela do SAGE a frequência do SIN	Trend

Figura 59 - Sugestões de melhorias para o SAGE-OTS

Capítulo 6: Conclusões

6.1. Opções extras para o uso do simulador

Este simulador pode assumir outros propósitos, que não a de somente treinar operadores. Como exemplos podem ser citados:

- O ambiente do Simulador (a infra-estrutura utilizada de hardware e software) serve também como backup do centro de controle da empresa, situação contemplada dentro do Programa de Preservação dos Serviços Prioritários. Esta é uma opção de minimização dos custos para prover o ambiente de simulação;
- Utilização do simulador como um ambiente de estudos elétricos *off-line* ou para auxiliar no desenvolvimento de novos aplicativos para EMS (Energy Management System);
- Reconstituição de eventos (incidente de operação) para análise, ou seja, configurar no ambiente de simulação os eventos a fim de se buscar soluções para possíveis falhas humanas;
- Avaliação de estratégias de operação do sistema, a partir da simulação de uma fotografia do sistema elétrico no momento da dúvida e do estudo de diferentes estratégias de operação;
- Testes de novas instalações e novas aplicações do EMS.

6.2. Ferramenta de sala de controle

Existem na sala de controle algumas ferramentas computacionais para o auxílio à tomada de decisão, entre elas:

- Estimador de Estados;
- Análise de Contingências;
- Organon (Anarede).

Elas são utilizadas pelo engenheiro de operação em tempo real, na busca de melhorar a decisão a se tomar na operação.

Alguns operadores sabem utilizar o aplicativo de Análise de Contingências, onde através do desligamento de um determinado equipamento, o SAGE emula as condições deste sistema em N-1. Observa-se, contudo, que este recurso é limitado a um equipamento e as respostas são confiáveis somente a região mais próxima à contingência.

A utilização do ORGANON, software que o ONS está utilizando em substituição ao ANAREDE (CEPEL), é complexo em termos de navegabilidade e visualização das respostas, apesar de sua precisão e da possibilidade de utilizar a base de tempo real.

Dentro deste contexto, a utilização da ferramenta OTS na sala de controle pode ser considerada, haja vista que:

- Há a possibilidade de em 01 minuto o simulador carregar o SIN e sua configuração instantânea do tempo real;
- A navegação é dominada pelos operadores, permitindo que estes façam as simulações necessárias, sem auxílio de pessoal externo à sala de controle, conseguindo mais rapidamente as respostas ao tempo real;
- O produto OTS e SAGE são sistemas dominados pela equipe técnica do CNOS, sendo de fácil manutenção e mantendo assim um baixo índice de indisponibilidade na sala de controle.

Apesar de todas estas facilidades, a utilização desta ferramenta é limitada pela sua observabilidade em relação ao SIN, não permitindo que todos os pontos do sistema sejam simulados com respostas que indiquem a real condição do SIN. Com a ampliação da rede básica e da rede de supervisão do ONS, aliado ao projeto SINOCON (reestruturação e instalação de remotas em instalações do SIN), ocorrerá uma grande melhoria na rede supervisionada do SAGE, melhorando a Estimação de Estados e conseqüentemente a resposta simulada do OTS.

6.3. DRILL e a Sinergia com Agentes do SIN

O *DRILL* é um tipo de exercício para treinamento dos operadores e de todo o pessoal que de algum modo está envolvido no evento a ser simulado.

O *DRILL* não coloca em risco em nenhum momento a confiabilidade do sistema elétrico, pois os participantes são colocados diante de uma situação hipotética, porém possível de ocorrer. A essa situação hipotética chamamos cenário.

Conceitualmente, a realização de um *DRILL* implica em não interagir com os equipamentos do processo. Entretanto, para tornar o ensaio mais realista e mais produtivo, pode-se optar por inserir no ensaio uma etapa que exige uma interação real do operador.

Neste tocante, a participação dos Agentes torna-se essencial para a realização do teste simulado, com os objetivos de:

- Efetuar o teste simulado de operação no SIN, com ONS e Agentes;
- Avaliar a capacidade das equipes de resposta a condições severas de ocorrências no SIN;
- Avaliar a aplicação de normas e instruções, bem como procedimentos operativos pelas equipes.

Com o advento do OTS e face ao grande número de Agentes que possuem o Sistema de Supervisão/SAGE, aliado à comunicação existente entre estes Agentes e o ONS, é possível criar cenários diretamente do OTS, obtendo:

- Maior velocidade na comunicação com os Agentes por utilizar rede própria;
- Interface entre sistemas de fácil construção (já existem) e manutenção (tecnologia dominada por todas as partes envolvidas);
- Possibilidade do operador de cada Agente utilizar seu IHM, sem ter que utilizar o SSC de outro Agente (observar que este operador não conhece os recursos, ficando comprometida a navegabilidade);

- Com a administração do *DRILL* nas mãos do ONS, a gama de cenários e Agentes participantes esgota-se, permitindo a apuração dos procedimentos operativos quase que na totalidade.

Além da realização de *DRILL*, o ONS tem a oportunidade de oferecer no mercado um novo tipo de serviço, ou seja, treinamento de operadores via SAGE, uma vez que as empresas do setor elétrico estão utilizando cada vez mais o sistema operacional desenvolvido pelo CEPEL, e muitas das novas empresas que estão entrando no setor de operação de sistema, por ser um *software* de tecnologia simples e barata, optam pelo SAGE.

Com isso, houve vários pedidos de Agentes requerendo treinamento de seus operadores no próprio ONS.

O ONS, por ser uma empresa sem fins lucrativos, pode não visar ganhos com este serviço, mas mesmo assim, é possível suprir gastos com desenvolvimento e pesquisa com esta receita.

Finalmente, o grande ganho ao fim deste processo é a interação existente entre Agentes e ONS, no modo de estreitar o relacionamento dentro do ambiente da sala de controle.

6.4. Considerações finais

A desregulamentação dos mercados de eletricidade leva à exploração cada vez maior da capacidade das redes existentes, para, por exemplo, oferecer melhores condições de competição entre os produtores. Como consequência, há uma tendência inexorável a se trabalhar cada vez mais perto dos limites físicos da rede elétrica, tornando a segurança do sistema cada vez mais preocupante. Dominar com segurança o sistema requer um profundo conhecimento do mesmo, incluindo a compreensão de sua dinâmica.

Este conhecimento será aplicado na tomada de decisões que objetivam limitar a propagação de grandes distúrbios bem como a operação do sistema em condições de alerta ou emergência, quando o operador tem que prever um possível risco de instabilidade. Por outro lado, é importante notar que o mesmo

tipo de conhecimento do sistema é necessário durante a sua recomposição após um blecaute. Assim, o treinamento de operadores, colocando-os frente a situações extremas é cada vez mais uma necessidade operacional.

Neste trabalho montou-se uma metodologia para treinar o operador desde sua chegada ao ONS, até seu término de carreira, passando por dois anos de preparação de um sistema de simulação, onde foram ajustadas todas as grandezas para trazer a simulação o mais próximo possível da operação em tempo real, desde ajustes nos parâmetros das máquinas síncronas, como ajuste no CAG (Controle Automático de Geração) de cada área. Isto unificado com o desenvolvimento de uma metodologia para, primeiramente qualificar um operador, dentro deste contexto em que, apesar de não ter trabalhado na sala de controle, deve entrar nela como se nenhuma situação possível de ocorrer possa ser para ele novidade.

Junto a esta metodologia, outro procedimento foi criado para facilitar e registrar a realização de treinamento utilizando a ferramenta OTS, para que, diferentemente de sentar à frente deste simulador e sair “operando o sistema”, quer-se na verdade que o treinamento, avaliação, ou DRILL (teste simulado), seja feita de maneira coerente e que traga resultados para o cotidiano da sala de controle.

Nos testes realizados, ressaltam-se três itens. O primeiro e importantíssimo para a continuidade do processo é a fidelidade que o estado de simulação consegue em relação ao tempo real, permitindo com isso que o segundo ponto, e não menos importante, a satisfação de ter a oportunidade de aplicar seus conhecimentos operativos e simular através de tentativas e erros, sem o eventual *stress* do erro operativo real e com suas prováveis conseqüências, demonstrada pela equipe de operadores ao participar de uma simulação. A terceira conseqüência é o fato da utilização continuada do simulador poder abrir uma variedade de direções para estudo, sendo neste trabalho sugerido que a integração deste ao ambiente em tempo real, podendo ajudar na tomada de decisão em contingências e blecautes. Outra direção de estudo a ser apresentado ao ONS é o fato de, com a integração cada vez maior dos sistemas de SSC (Sistema de supervisão e Controle), possibilitar ao próprio ONS treinar e certificar os operadores dos Agentes, principalmente dos novos,

aonde estes operadores de sistemas irão muitas vezes operar uma determinada linha ou subestação.

Como epílogo deste trabalho verificou-se que a implantação de toda esta estrutura de treinamento de operadores não termina com a conclusão desta dissertação, mas inicia-se com a conclusão, permitindo um novo horizonte de proposta de trabalho e inovação de processos na operação de sistemas elétricos.

Anexos

Anexo 01 - Parte Textual de Melhoria da Rotina Operacional

Foi inserido o capítulo 03 na rotina operacional

“3. Formação inicial

3.1. Para a capacitação inicial de um profissional em sala de controle é necessário:

- a) Operador de Sistemas – nível técnico em eletrotécnica;
- b) Engenheiro de Tempo Real – nível de engenharia elétrica.

3.2. As atividades referentes à capacitação básica dos profissionais da sala de controle são estipuladas em função de:

- a) Grau de conhecimento de sistemas de potência;
- b) Tempo de experiência em sala de controle de outras empresas;
- c) Tempo de experiência como operador de instalações, ou profissional ligado a operação de sistemas de potência;
- d) Conhecimento dos Procedimentos de Rede do ONS;
- e) Conhecimentos do Manual de Procedimentos da Operação;
- f) Conhecimento sobre hidrologia;
- g) Conhecimento na área de estudos elétricos;
- h) Tempo de experiência no ONS;
- i) Conhecimentos de informática básica.

3.3. A metodologia de trabalho para o treinamento do novo profissional divide-se em:

- a) Integração: período para conhecimento da organização do ONS, CNOS/COSR-NCO e gerência de tempo real (GOT).
- b) Reciclagem técnica: período para revisão de conhecimentos de eletrotécnica dentro de instituição de ensino contratada.
- c) Curso de Operador: período para aprendizagem de conhecimentos específicos da área de operação em tempo real.

- d) Estudo dirigido: período para estudo do Manual de procedimentos da Operação.
- e) Treinamento específico complementar: período para aprendizagem das ferramentas e aplicativos utilizados no dia-a-dia da operação em tempo real;
- f) Visitas e estágios em instalações: período para propiciar uma rápida experiência na rotina de operação de uma instalação elétrica (subestações, centros de controle e usinas).
- g) Estágio técnico interno: período para ambientação e conhecimento das áreas e suas respectivas funções dentro dos processos do tempo real.
- h) Simulação de Operação: período para treinar, testar e avaliar as condições técnicas do novo profissional, simulando a rotina de sala de controle, através de:
 - i. Procedimentos de manutenção e operação dentro da sala de controle;
 - ii. Procedimentos de operação normal e preparação para manobras;
 - iii. Procedimentos de operação em contingência e atuação de esquemas especiais;
 - iv. Procedimentos de recomposição.
- i) Certificação: processo de avaliação técnica de forma teórica e prática que o habilitará para o exercício das funções em tempo real.
- j) Estágio no Tempo Real (Sala de Controle): período de acompanhamento e operação assistida junto a um colaborador, dentro da sala de controle.

3.3.1. A aplicação desta metodologia está condicionada ao cargo e formação curricular que deste profissional, conforme especificações do item 3.2..

3.4. “O tempo previsto para a formação do profissional de tempo real será proporcional ao currículo do mesmo, conforme o item 3.2..”

Anexo 02 – Parte das atividades cadastradas no programa TREINAMENTO DE OPERADORES


Lista das Atividades

Ordem	Atividade	Conhecimento	Tempo	Modo Treinamento
0100	Operação com números complexos	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0100	Operação com números complexos	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0200	Máquinas Elétricas	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0200	Máquinas Elétricas	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0200	Máquinas Elétricas	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0300	Transformadores	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0300	Transformadores	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0300	Transformadores	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0400	Circuitos Elétricos	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0400	Circuitos Elétricos	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0400	Circuitos Elétricos	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0500	Conceito de Corrente alternada, tensão, frequência e Potência	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0500	Conceito de Corrente alternada, tensão, frequência e Potência	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0500	Conceito de Corrente alternada, tensão, frequência e Potência	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0600	Teoria de subestações	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0600	Teoria de subestações	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0600	Teoria de subestações	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0700	Teoria de transformadores e reatores	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0700	Teoria de transformadores e reatores	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0700	Teoria de transformadores e reatores	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0800	Teoria de Usinas Hidrelétricas	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0800	Teoria de Usinas Hidrelétricas	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0800	Teoria de Usinas Hidrelétricas	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
0900	Teoria de Usinas Termelétricas	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
0900	Teoria de Usinas Termelétricas	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
0900	Teoria de Usinas Termelétricas	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1000	Teoria de transmissão em corrente contínua	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1000	Teoria de transmissão em corrente contínua	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1000	Teoria de transmissão em corrente contínua	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1100	Teoria de linhas de transmissão	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1100	Teoria de linhas de transmissão	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1100	Teoria de linhas de transmissão	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1200	Teoria básica do Procedimento de rede	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo

Ordem	Atividade	Conhecimento	Tempo	Modo Treinamento
1200	Teoria básica do Procedimento de rede	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1200	Teoria básica do Procedimento de rede	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1300	Teoria de curto-circuito	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1300	Teoria de curto-circuito	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1300	Teoria de curto-circuito	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1400	Arranjos de barramentos	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1400	Arranjos de barramentos	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1400	Arranjos de barramentos	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1500	Teoria de CAG	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1500	Teoria de CAG	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1500	Teoria de CAG	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1500	Estrutura do Procedimento de Rede	Normatização:Nenhum	016	Estudo individual
1500	Estrutura do Procedimento de Rede	Normatização:Básico	008	Estudo individual
1600	Teoria de transitórios	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1600	Teoria de transitórios	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1600	Teoria de transitórios	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1600	Estrutura do MPO	Normatização:Nenhum	016	Estudo individual
1600	Estrutura do MPO	Normatização:Básico	008	Estudo individual
1700	Teoria de Hidrologia e cheias	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1700	Teoria de Hidrologia e cheias	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1700	Teoria de Hidrologia e cheias	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1700	Conhecimento das áreas do CNOS	Tempo Real:Nenhum	004	Treinamento com equipe da GOT
1700	Conhecimento das áreas do CNOS	Tempo Real:Básico	004	Treinamento com equipe da GOT
1700	Conhecimento das áreas do CNOS	Tempo Real:Pleno	004	Treinamento com equipe da GOT
1800	Teoria de Supervisão e Controle	Formação:2º Grau	040	Treinamento Externo
1800	Teoria de Supervisão e Controle	Formação:Técnico	020	Treinamento Externo
1800	Teoria de Supervisão e Controle	Formação:Superior	010	Treinamento Externo
1800	Sistema da Qualidade	Tempo Real:Nenhum	004	Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS
1800	Sistema da Qualidade	Tempo Real:Básico	004	Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS
1800	Sistema da Qualidade	Tempo Real:Pleno	004	Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS
1850	Conhecimento da sala de controle	Tempo Real:Nenhum	002	Treinamento com equipe da GOT
1850	Conhecimento da sala de controle	Tempo Real:Básico	001	Treinamento com equipe da GOT
1850	Conhecimento da sala de controle	Tempo Real:Pleno	001	Treinamento com equipe da GOT
1870	Estágio na GOT-1	Tempo Real:Nenhum	016	Treinamento com equipe da GOT
1870	Estágio na GOT-1	Tempo Real:Básico	008	Treinamento com equipe da GOT


Anexo 03 – Entrevista Pessoal e Plano de Treinamento

 Operador Nacional do Sistema Elétrico <small>PROGRAMA TREINAMENTO DE OPERADORES - ENTREVISTA PESSOAL</small>			
Operador	Fulano		
Matricula	001		
Cargo	Operador JR		
Gerência	GOT 1		
Formação <input checked="" type="checkbox"/> 2º Grau <input type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Superior			
Distribuição <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Prático/Teórico <input type="checkbox"/> Pleno	Transmissão <input type="checkbox"/> Nenhum <input checked="" type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Prático/Teórico <input type="checkbox"/> Pleno	Geração <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Prático/Teórico <input type="checkbox"/> Pleno	
Hidrologia <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Pleno	Mercado <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Pleno	Estudo <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Pleno	Normatização <input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input checked="" type="checkbox"/> Pleno
Pré Operação <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Pleno	Pós Operação <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Pleno	Tempo Real <input checked="" type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Pleno	

 Operador Nacional do Sistema Elétrico PROGRAMA TREINAMENTO DE OPERADORES - PLANO DE TREINAMENTO		
Operador	Fulano	
Matricula	001	
Cargo	Operador JR	
Gerência	GOT 1	
Material de Estudo		
Atividade	Modo Treinamento	Tempo
Operação com números complexos	Treinamento Externo	040
Máquinas Elétricas	Treinamento Externo	040
Transformadores	Treinamento Externo	040
Circuitos Elétricos	Treinamento Externo	040
Conceito de Corrente alternada, tensão, fr	Treinamento Externo	040
Teoria de subestações	Treinamento Externo	040
Teoria de transformadores e reatores	Treinamento Externo	040
Teoria de Usinas Hidrelétricas	Treinamento Externo	040
Teoria de Usinas Termelétricas	Treinamento Externo	040
Teoria de transmissão em corrente contín	Treinamento Externo	040
Teoria de linhas de transmissão	Treinamento Externo	040
Teoria básica do Procedimento de rede	Treinamento Externo	040
Teoria de curto-circuito	Treinamento Externo	040
Arranjos de barramentos	Treinamento Externo	040
Teoria de CAG	Treinamento Externo	040
Teoria de transitórios	Treinamento Externo	040
Conhecimento das áreas do CNOS	Treinamento com equipe da GOT	004
Teoria de Hidrologia e cheias	Treinamento Externo	040
Sistema da Qualidade	Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS	004
Teoria de Supervisão e Controle	Treinamento Externo	040
Conhecimento da sala de controle	Treinamento com equipe da GOT	002
Estágio na GOT-1	Treinamento com equipe da GOT	016
Teoria de proteção de sistemas	Treinamento Externo	040
Estágio em subestação de distribuição	Viagem de Estudo	024
Teoria de recomposição de sistemas	Treinamento Externo	040
Estágio em subestação de transmissão	Viagem de Estudo	024
Estágio em Usina Hidrelétrica	Viagem de Estudo	032
Estágio em Usina Termelétrica	Viagem de Estudo	032
Conhecimento da Pré-operação	Treinamento com equipe da Pré-operação	001
Conhecimento da Equipe de Pós-operação	Treinamento com equipe da Pós-operação	001
Conhecimento das demais equipes do CN	Treinamento com equipe especializada CNOS/ONS	004
Revisão de Operação de Sistemas - Muller	Estudo individual	032
Estudo da Região Norte	Simulação	016

Atividade	Modo Treinamento	Tempo
Estudo da Região Nordeste	Simulação	016
Estudo da Região Sul	Simulação	016
Estudo da Região Sudeste	Simulação	016
Comunicação Verbal	Estudo individual	004
Comunicação Verbal	Treinamento com equipe da Pós-operação	002
Programação de Intervenções	Estudo individual	004
Programação de Intervenções	Treinamento com equipe da Pré-operação	002
Programação de Intervenções	Treinamento com equipe da Pós-operação	002
Interconexão com Argentina	Estudo individual	002
Interconexão com Uruguai	Estudo individual	002
Interconexão com Argentina	Treinamento com equipe da Pós-operação	004
Interconexão com Uruguai	Treinamento com equipe da Pós-operação	004
Teoria sobre mercado de energia	Treinamento com equipe da Pós-operação	004
Teoria sobre despacho térmico	Treinamento com equipe da Pós-operação	004
Teoria sobre intercâmbio internacional	Treinamento com equipe da Pós-operação	004
Estágio na Pré-operação	Treinamento com equipe da Pré-operação	006
Estágio na Pós-operação	Treinamento com equipe da Pós-operação	008
Estágio Sala de Controle	Treinamento com equipe da GOT	048
Certificação	Avaliação	004
Certificação prática	Avaliação	004
Visita ao COSR-NE	Viagem de Estudo	016
Visita ao COSR-S	Viagem de Estudo	016
Visita ao COSR-SE	Viagem de Estudo	016

Anexo 04 – Plano de Treinamento para Novo Processo ou Reciclagem

 Operador Nacional do Sistema Elétrico Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas												
Nome	Primeiro											
Tipo Processo	Reciclagem											
Objeto	Procedimento da GOT											
Documento	Rotina operacional											
Descrição												
Equipe	Treinamento											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Operador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Michel dos Santos Moreale</td> </tr> <tr> <td>Felisberto</td> </tr> <tr> <td>Beltraninho</td> </tr> <tr> <td>Ciclano</td> </tr> </tbody> </table>	Operador	Michel dos Santos Moreale	Felisberto	Beltraninho	Ciclano	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modo Treinamento</th> <th>Duração</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estudo individual</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Viagem de Estudo</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Modo Treinamento	Duração	Estudo individual	20	Viagem de Estudo	40
Operador												
Michel dos Santos Moreale												
Felisberto												
Beltraninho												
Ciclano												
Modo Treinamento	Duração											
Estudo individual	20											
Viagem de Estudo	40											

Anexo 05 - Drill para indisponibilidade de acesso a sala de controle do COSR-S

 Operador Nacional do Sistema Elétrico Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas		1-Caso																					
1.1.Caso:	Indisponibilidade do COSR-S	1.6.Data: 7/11/2007																					
1.2.Instrutor:	Michel dos Santos Moreale	1.7.Apoio: Gustavo Leonardo Costa P. de Oliveira																					
1.3.Nível:	Operador SR	1.8.Módulo: Manutenção																					
1.4.Referência:	PS-126 PCN 54 IO-ON.S.2SC IO-ON.S.2PR	1.9.Método: Drill																					
1.5.Equipe:	José Alexandre Alves da Costa George Antônio Pinheiros Martins	1.10.Condições: Geração reduzida em Quebra-Queixo																					
		1.11.Configuração: Sistema normal																					
		1.12.Hora Prevista: 09:00:00																					
1.13.Objetivo:	Assumir a operação do COSR-S durante contingenciamento do Centro																						
1.14.Evento:	Assunção do Centro Sul Sobrecarga na Transformação de Xanxerê (Esul) Subestação Transformação de Esul de Cláudio - Esul																						
1.15.Logística:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Atividade</th> <th>Quem</th> <th>Prazo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contato com o COSR-S para acertar cenário</td> <td>Michel</td> <td>05/11</td> </tr> <tr> <td>Convocação dos operadores</td> <td>Michel</td> <td>22/10</td> </tr> <tr> <td>Preparação do cenário</td> <td>Joemilso</td> <td>06/11</td> </tr> <tr> <td>Montagem do ambiente com pessoal da CNOS-1/SSS</td> <td>Ronald</td> <td>06/11</td> </tr> <tr> <td>Imprimir e montar pastas do Drill</td> <td>Michel</td> <td>06/11</td> </tr> <tr> <td>Fazer lista telefônica especial para o Drill</td> <td>Michel</td> <td>06/11</td> </tr> </tbody> </table>		Atividade	Quem	Prazo	Contato com o COSR-S para acertar cenário	Michel	05/11	Convocação dos operadores	Michel	22/10	Preparação do cenário	Joemilso	06/11	Montagem do ambiente com pessoal da CNOS-1/SSS	Ronald	06/11	Imprimir e montar pastas do Drill	Michel	06/11	Fazer lista telefônica especial para o Drill	Michel	06/11
Atividade	Quem	Prazo																					
Contato com o COSR-S para acertar cenário	Michel	05/11																					
Convocação dos operadores	Michel	22/10																					
Preparação do cenário	Joemilso	06/11																					
Montagem do ambiente com pessoal da CNOS-1/SSS	Ronald	06/11																					
Imprimir e montar pastas do Drill	Michel	06/11																					
Fazer lista telefônica especial para o Drill	Michel	06/11																					

 Operador Nacional do Sistema Elétrico Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas		2-Planejamento da Simulação
1.1.Caso: Indisponibilidade do COSR-S		
2.1.Simulação: Assunção do COSR-S com Operação Normal		
2.2.Planejamento da Simulação		
Hora	Evento	Sinalizacao
09:00:00	Início da Simulação	nenhuma
09:05:00	COSR-S transfere operação para o CNOS	Operador do COSR-S liga para o CNOS
09:07:00	COSR-S realiza avisos necessários	nenhuma
09:08:00	CNOS avisa Agentes do COSR-S	Teste de comunicação da lista do COSR-S
09:25:00	COSR-S informa número para contato e suporte ao CNOS	nenhuma
09:30:00	CNOS informa gerência e ETR	nenhuma
09:35:00	Ocorrência de sobrecarga na SE Xanxerê (Eletrosul)	alarme na tela do SAGE e aviso pelo Agente
09:40:00	Contato Eletrosul sobre sobrecarga	nenhuma
09:41:00	Contato da Celesc sobre subtensão nas SEs Xanxerê, São Miguel do Oeste, Pinhalzinho, Concórdia (69 kV)	nenhuma
09:45:00	Operador CNOS entre em contato com UH Quebra-Queixo	nenhuma
09:48:00	Operador CNOS solicita UHSO reduzir geração	nenhuma
09:50:00	Operador CNOS solicita UHPF reduzir geração	nenhuma
09:52:00	UH Quebra-Queixo informa que está sincronizando a UG 02	nenhuma
09:55:00	Operador CNOS solicita ESUL ajuste nas tensões de Campos Novos e Xanxerê	nenhuma
10:00:00	Sobrecarga no TR-A da SE Foz do Chopim	alarme no Sage
10:05:00	Copel TRANS informa CNOS a respeito da sobrecarga no TR-A	nenhuma
10:08:00	CNOS solicita COPEL GER para elevar geração na PCH FOC	não é possível devido restrições de afluência
10:10:00	CNOS solicita COPEL GER para elevar geração de Santa Clara e Fundão	aumento de geração de Santa Clara em 15 MW
10:13:00	COPEL geração informa esgotamento de geração	nenhuma
10:15:00	CNOS solicita COPEL TRANS para reduzir para mínimo da faixa a tensão no 138 kV	nenhuma
10:18:00	COPEL informa que sobrecarga foi sanada	nenhuma
10:25:00	COSR-S reassume sua operação	nenhuma
10:26:00	COSR-S informa áreas devidas	nenhuma
10:30:00	COSR-S informa agentes	nenhuma
10:35:00	COSR-SE informa COSR-SE	nenhuma
10:35:00	COSR-S informa perfeita asunção ao CNOS	nenhuma
10:36:00	CNOS informa gerência e ETR da normalização do COSR-S	nenhuma

ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico		3-Planejamento da Execução da Simulação	
Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas			
1.1.Caso: Indisponibilidade do COSR-S			
2.1.Simulação: Assunção do COSR-S com Operação Normal			
3.1.Planejamento da Execução da Simulação			
Hora	Quem	Ação	Observação
09:00:00	Michel e Gustavo	Início da simulação	informe aos operadores dos centros
09:05:00	Operador COSR-S	Informa ao CNOS a impossibilidade de permanência no centro	Operador do CNOS recebe informação por telefone
09:07:00	Operador COSR-S	Informa as áreas previstas da saída do COSR-S	nenhuma
09:08:00	Operador CNOS	Avisa aos agentes e COSR-SE sobre assunção do COSR-S	Ligação para os agentes reais e para o número de contato fictício 3478 e 3480
09:25:00	Operador COSR-S	Informa telefone de contato e suporte para o CNOS	Operador recebe ligação e anota contato remoto com o COSR-S
09:30:00	Operador CNOS	Informe a gerência e ETR	Ligação ao Adel e João Batista/Michel
09:35:00	Operador OTS	Geração de sobrecarga na transformação de Xanxerê	distribuição de carga na CELESC
09:40:00	Operador da Eletrosul	Informa ao CNOS da sobrecarga dos transformadores	Operador da ESUL - 3878
09:41:00	Operador da Celesc	Informa ao CNOS de subtenção nas SES XXE, SMO, PZO e COA	XXE - Xanxere, SMO - São Miguel Doeste, PZO - Pinhalzinho, COA - Concordia - Operador CEL - 3880
09:45:00	Operador CNOS	Contato com UHQQ para aumento de geração e tensão na barra de 138 kV	UH informa que em 5 minutos sincroniza máquina 02
09:48:00	Operador do CNOS	Solicita a UHSO redução de geração	UHSO informa redução de 150 MW
09:50:00	Operador do CNOS	Solicita a UHPF redução de geração	UHPF informa redução de 120 MW
09:52:00	Operador UHQQ	Informa sincronismo UG 02	Maximiza geração e tensão do 138 kV
09:55:00	Operador do CNOS	Solicita operador Eletrosul aumento no 138 kV de XAN e CAN	XAN = Xanxerê CAN = Campos Novos
10:00:00	Operador do OTS	Geração de sobrecarga no TR-A de Foz do Chopm	
10:05:00	Operador da COPEL TRANS	Informa ao CNOS sobrecarga no trafo A de FOC	FOC - Foz do Chopim
10:08:00	Operador do CNOS	Solicita COPEL GER aumento de geração na PCH de FOC	Negado devido ocorrência de baixas aflúncias
10:10:00	Operador do CNOS	Solicita COPEL GER aumento de geração na em Santa Clara e Fundão	aumento de 15 MW em Santa Clara
10:13:00	Operador da COPEL GER	Informa ao CNOS esgotamento da geração de Santa Clara e Fundão	
10:15:00	Operador do CNOS	Solicita redução de tensão 138 kV para mínimo da faixa	redução de carga emulando redução de tensão
10:18:00	Operador COPEL TRANS	Informa CNOS da saída de sobrecarga no TR-A	
10:25:00	Operador COSR-S	Informa CNOS da recuperação do COSR-S	
10:26:00	Operador COSR-S	Informa as áreas do COSR-S da normalização do centro	
10:30:00	Operador COSR-S	Informa normalização aos Agentes	
10:35:00	Operador COSR-S	Informa CNOS dperfeita assunção do centro	
10:36:00	Operador do CNOS	Informa gerência e ETR sobre normalização	

 Operador Nacional do Sistema Elétrico Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas		4-Avaliação
1.1.Caso: Indisponibilidade do COSR-S		
Questões		
Durante o exercício, as instruções de operação, os procedimentos adotados e/ou os recursos utilizados foram adequados?		
Os participantes tiveram acesso às informações que precisavam para cumprir com suas responsabilidades?		
Os participantes demonstraram conhecer suficientemente os procedimentos adotados?		
O exercício atingiu seu objetivo?		
Houve troca de informações entre os participantes para auxílio mútuo?		
Houve sugestões de melhorias ? Quais as melhorias identificadas ao processo?		
O exercício foi: bem preparado/insuficientemente preparado/totalmente despreparado		
Foi possível utilizar as instruções de operação? Sim/algumas vezes/raramente/não		
Pode-se considerar válido o exercício? Sim/ somente em parte/muito pouco/não		
O cenário foi claro? Sim/somente em parte/ muito pouco/ não		

**1.1.Caso: Indisponibilidade do COSR-S****5.1.Comentário dos Treinandos**

Os treinandos, na ocasião de sobrecarga na SE Xanxerê, não seguiram a IO e demoraram a resolver o problema. O foco de operação do CNOS manteve-se, dificultando a visão de operação como COSR-S. A operação do COSR-S deveria ter sido otimizada pelo treinando, preocupando-se em interromper intervenções e realizar reprogramações de modo a aumentar a confiabilidade do sistema Sul.

5.2.Comentário dos Instrutores**5.3.Comentário Sobre Recursos**

Criar check-list do CNOS para assumir outro centro.
Cada operador ter um micro PC para acesso a rede corporativa
CNOS necessita acessar sistema de supervisão do Centro assumido
Ligar para os Agentes através de números discados tomou muito tempo. Nesse período a monitoração do SIN ficou prejudicada.
Faltou na Lista os contatos para DNCU, CAMMESA e COSR-SE.
Distribuir os contatos, para que seja mais rápido a assunção com o COSR-S
Discutir os procedimentos quanto ao CAG do COSR-S
Verificar um modo de destacar no SSC do CNOS as usinas que estão no CAG, de modo a serem as primeiras a serem avisadas e retiradas do controle do CAG.

ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico		Programa de Treinamento de Operadores em Ferramentas Avançadas		7-Respostas
Caso: Indisponibilidade do COSR-S				
Respostas				
Respostas	Nota	Observacoes		
Sim. De qualquer forma faz-se necessário melhorias e investimentos no ambiente de simulação. Os procedimentos adotados durante o exercício foram efetivos, porém a comunicação entre CNOS e as empresas foi realizada com certa demora.				
Sim				
Sim				
Sim. Levantou vários pontos de melhoria				
Sim. Foi pequeno o contato com o COSR-S, mas eficiente de qualquer forma				
Sim, destacadas nos comentários				
Suficientemente preparado				
Todas as vezes				
Sim. Verifica-se a necessidade de tornar estas simulações rotineiras.				
Sim				

Referências Bibliográficas

- [01] LEÃO, Tibiriçá Fernandes; ANDRADE, Sizenando Figueira de. Treinamento no Trabalho para Operadores - Experiência da Chesf. IN: IV EDAO (1993)
- [02] GOMES, José Benedito; DIAS, Benedito Nilso; SIQUEIRA, Antonio Pádua de. Treinamento Pessoal de Operação. IN: V EDAO (1995).
- [03] LANG, Nivaldo; CASSETTARI, Ivone Sabetzki. Treinamento de Qualificação aplicado a Operadores de Unidades de Energia Elétrica. IN: XV SNPTEE (1999).
- [04] SILVA, Elza Jesus da. Projeto de Educação para Operadores. IN: VI EDAO (1998).
- [05] NUNES, Luis Eduardo Reway. Programa de Treinamento e Atualização Tecnológica dos Operadores de Subestações da Copel. IN: 3º SENOP (Belém: 2006).
- [06] MELERO, José Carlos Martinez; BRITO, Carlos Roberto Hilsdorf. Treinamento e Desenvolvimento de Operadores e Despachantes de Carga e do Sistema na ELETROPAULO. IN: IV EDAO (1993).
- [07] CASTELLI, Carlos A. F.; FONSECA, Antônio Carlos; FONTANA, Erasmo. Treinamento de Despachantes na CTEEP com o DTS. IN: VII SEPOPE (2002).
- [08] GISSINGER, S.; CHAUMES, P.; ANTOINE, J.P.; BIHAIN, A.; STUBBE, M. Advanced Dispatcher Training Simulator. IN: IEEE Computer Applications in Power. Vol. 13, pp 25-30, April 2000

- [09] QUADROS, Marco A.; BOTELHO, Manoel de Jesus; FREIRIA, Ivair Lima da. Treinamento de Operadores com Uso do Sistema de Treinamento de Despacho - DTS. IN: VIII EDAO (2005).
- [10] ARAÚJO, Antônio Sergio de. Treinamento de Operadores de Sistema Utilizando Simulador Amigável no Centro Regional de Operação de Sistema Leste – CHESF. IN: XVII SNPTEE (2003).
- [11] DINIZ, Regina Lucia Leite; FERREIRA, Fernando Martins; GOMES, Cláudia Lessa. Experiência da Light na Implantação de Sistemas Digitais de Supervisão, Controle e Proteção. IN: IV SIMPASE (2000).
- [12] CASSETTARI, Ivone Sabetzki. Treinamento Baseado em Tecnologia: um novo Paradigma de Recursos Humanos. IN: XV SNPTEE (1999).
- [13] PODMORE, R.; GIRI, J.C.; GORENBERG, M. P.; BRITTON, J.P.; PETERSON, N.M.. An Advanced Dispatcher Simulator. IN: IEEE - Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-101, pp 17-25, JAN 1982
- [14] LYNCH, C.A.. A Dispatcher Training Simulator. IN: Proceedings of the IEE Colloquium on Power System Simulation, pp 10/1-10/4, May 1989
- [15] KOLA, V.; BOSE; Anjan; ANDERSON, P.M.. Power Plant Models for Operator Training Simulators. IN: IEEE Transactions on Power Systems Vol. 4, No. 2, pp 559-565, May 1989
- [16] PRAIS, M.; JOHNSON, C.; BOSE, Anjan; CURTICE, D.. Operator Training Simulator: Component Models. IN: IEEE Transactions on Power Systems Vol. 4, No. 3, pp 1160-1166, August 1989
- [17] KURUNERU, R., BOSE, A., BUNCH, R. – Modeling of High Voltage Direct Current Transmission Systems for Operator Training Simulators. IN:

Proceedings of PICA 1993 Power Industry Computer Application Conference, pp 262-268, Phoenix, Arizona, USA, May 4-7, 1993.

[18] LEE, Stephen. Instructor Guidelines for Use of an Operator Training Simulator (OTS) - A Compilation of Experiences and Lessons Learned from OTS Users Group Meetings. Palo Alto, Electric Power Research Institute - EPRI , 2002.

[19] CORREIA, Wilson. Saber Ensinar - Planejando, Executando e Avaliando Cursos de Treinamento. 1ª Edição. São Paulo, EPU, 2006.

[20] KROEHNERT, Gary. Instruções Básicas para Treinamento em Empresas. 1ª Edição. São Paulo, Manole, 2001.

[21] LEE, Stephen. EPRI Operator Training Simulator - OTS 100- Overview. Palo Alto, Electric Power Research Institute - EPRI , 2002.

[22] LEE, Stephen. EPRI Operator Training Simulator - OTS 200 - Modeling. Palo Alto, Electric Power Research Institute - EPRI , 2002.

[23] LEE, Stephen. EPRI Operator Training Simulator - OTS 300 - Database. Palo Alto, Electric Power Research Institute - EPRI , 2002.

[24] LEE, Stephen. EPRI Operator Training Simulator - OTS 400 - Programming. Palo Alto, Electric Power Research Institute - EPRI , 2002.

[25] FILHO, Xisto Vieira. Operação de Sistemas de Potência com Controle Automático de Geração. 3ª Edição. Rio de Janeiro. Campus: Eletrobrás, 1984.