



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

GOP 03
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO IX

GRUPO DE ESTUDO DE OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS – GOP

SIMULADOR DE EXERCÍCIOS DE RECOMPOSIÇÃO

Francisco Coelho de Abreu Jonas Mendes de Souza Júnior Mauro Pereira dos Santos

CESP – Companhia Energética de São Paulo

RESUMO

Na busca da melhoria contínua no processo de treinamento de Operadores de Sistema e de instalações da CESP, sobre instruções de operação, foi desenvolvido o “Simulador de Exercícios de Recomposição”, usando Power-Point 2003, proporcionando uma forma clara e objetiva de entendimento, preparação e treinamento teórico dos envolvidos no processo de recomposição das usinas e até mesmo do SIN.

Os exercícios simulados são elaborados com as Instruções de Operação do ONS, as quais destacam a “Recomposição das interligações das áreas da região Sudeste/Centro-Oeste” e a “Recomposição da área Ilha Solteira” que especificam a recomposição fluente e coordenada dessa usina.

PALAVRAS-CHAVE

Treinamento; Eficácia; Instruções de Operação; Simulação e Recomposição.

1.0 INTRODUÇÃO

Inicialmente é enfocada a CESP – Companhia Energética de São Paulo, a maior geradora de energia elétrica do Estado de São Paulo e a 4ª maior do Brasil. A CESP possui 6 usinas: Ilha Solteira, Jaguari, Jupuí, Paraibuna, Porto Primavera e Três Irmãos. Estrategicamente localizadas na região mais desenvolvida e populosa do Brasil, são de fundamental importância para o SIN.

A capacidade instalada da CESP é atualmente 7.455,3 Megawatts (MW) e a empresa é responsável por 50% de toda energia elétrica gerada no Estado de São Paulo, além de possuir eclusas nas usinas Jupuí, Porto Primavera e Três Irmãos, que garantem o tráfego de embarcações na Hidrovia Tietê-Paraná.

As usinas da CESP têm sua operação supervisionada, coordenada, controlada e comandada pelo Centro de Controle da Produção (CCP), de forma integrada com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

O negócio da CESP é produzir energia elétrica. Sua missão é produzir energia elétrica para atender a demanda do Setor Elétrico Brasileiro.

Quando de perturbação geral ou parcial nas usinas de Ilha Solteira e Jupuí, que, de acordo com as Instruções de Operação do ONS, são usinas “Fonte de Recomposição de Corredores”, especificam como deve ser a recomposição fluente e coordenada dessas usinas, com definição do número mínimo de UGs para partida e alimentação das barras.

A Figura 1 nos mostra a localização geográfica das Usinas da CESP.



FIGURA 1 – Localização Geográfica das Usinas CESP

Após apresentação da CESP e do CCP, é enfocada a parte teórica das referidas instruções, incluindo os procedimentos de rede citados nas mesmas, mostrando as respectivas atribuições dos operadores da instalação.

Posteriormente, são mostrados de uma forma esquemática, desenhos das usinas com suas linhas de transmissão (LTs), sendo estes elaborados em Auto Cad e transportado para o Power-Point 2003, onde animações mostram automaticamente o passo a passo da recomposição fluente e coordenada; podendo-se verificar a seqüência de ligamento dos disjuntores das unidades geradoras (UGs) e das LTs, levando em consideração o número mínimo de equipamentos, tensão e carregamento.

A Figura 2, nos mostra o início da recomposição do serviço auxiliar da usina Ilha Solteira, com a partida do Grupo Auxiliar de Emergência (GAE), na seguinte ordem cronológica de recomposição:

- Recompõe o serviço auxiliar (CM) através do GAE;
- Energiza o quadro principal do serviço auxiliar através da UG na qual foi energizado seu CM;
- Pode abrir o Vertedouro de Superfície para manter a vazão mínima (por exemplo);
- Começa partir as UGs;
- Começa sincronizar as UGs.
- Fecha paralelo entre o corredor de JUP e ILS.

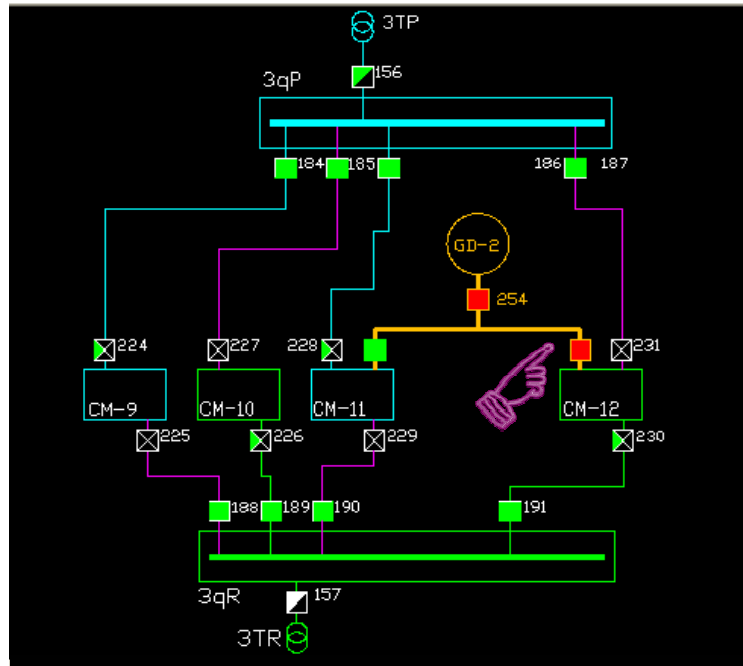


FIGURA 2: Partida do GAE para recomposição do Serviço Auxiliar

As reciclagens são ministradas pela Área de Normas da Operação do Centro de Controle da Produção da CESP e constitui-se da reciclagem de instruções operativas referentes à operação das UGs e equipamentos do serviço auxiliar, subestação, Eclusas e Vertedores das Usinas da CESP.

A dinâmica utilizada contemplou a apresentação detalhada das instruções operativas associadas ao treinamento, com a discussão e consenso dos principais tópicos das mesmas e a elencagem de sugestões de melhorias a serem incorporadas nessas instruções, para apreciação pelo Comitê de Gerentes, em reunião específica.

A Figura 3, nos mostra o quadro principal do serviço auxiliar, energizando os Centro de Motores das UGs (CMs), ou seja a recomposição do Serviço Auxiliar da usina, onde após energizado seu CM é possível partir e excitar a UG, possibilitando a alimentação do quadro principal do serviço auxiliar através da mesma, dando condições de partida das demais UGs.

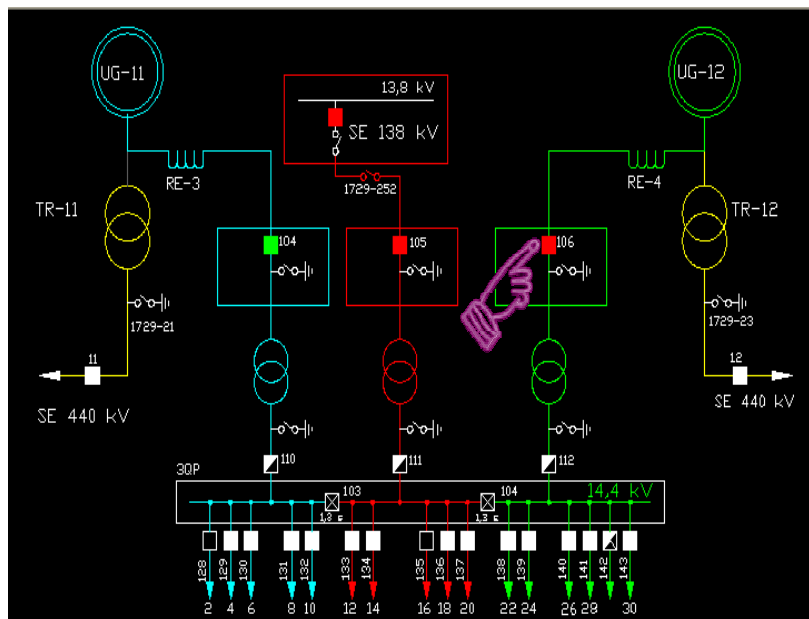


FIGURA 3 – Quadro Principal do Serviço Auxiliar

Quando de perturbação geral é necessário à abertura do vertedouro para atender a vazão de defluência mínima. Neste caso é necessária a seqüência correta da abertura das comportas, para evitar que o fluxo e refluxo na bacia de dissipação causem danos a jusante, também, com possibilidade de conferir o resultado da manobra, pois, o operador deve apontar a seqüência correta de abertura dos grupos, conforme Figura 4.

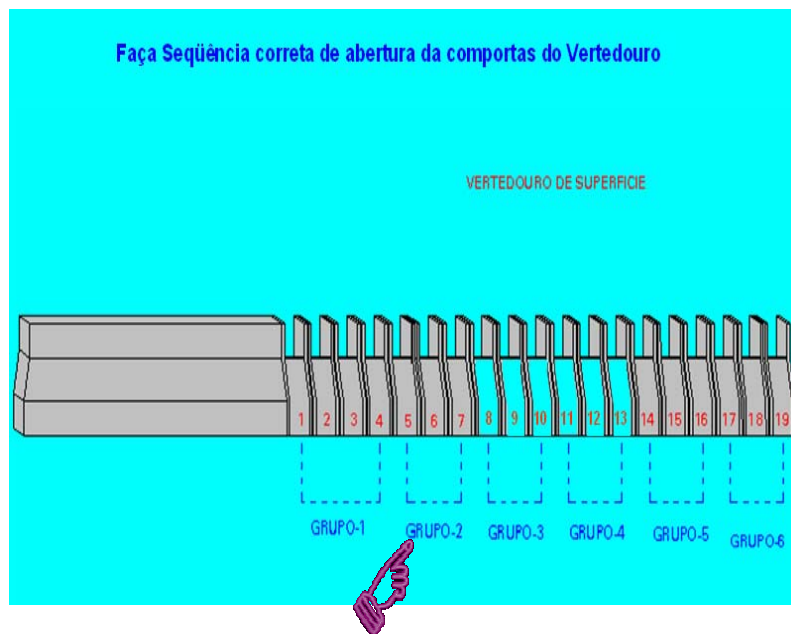


FIGURA 4 – Disposição dos Grupos de Vertedouro de Superfície (VS)

Os exercícios simulados são elaborados com as Instruções de Operação em Contingência do Operador Nacional do Sistema (ONS), entre as quais destacamos a “Recomposição das interligações das áreas da região Sudeste/Centro Oeste” e a “Recomposição da área Ilha Solteira” que especificam a recomposição fluente e coordenada da usina Ilha Solteira, conforme Figura 5, número mínimo de UGs para partida e sincronismo.

A princípio é abordada toda a parte teórica explicando as atribuições e premissas para a recomposição, e em seguida é mostrado a recomposição automaticamente com toda a seqüência do restabelecimento da usina.

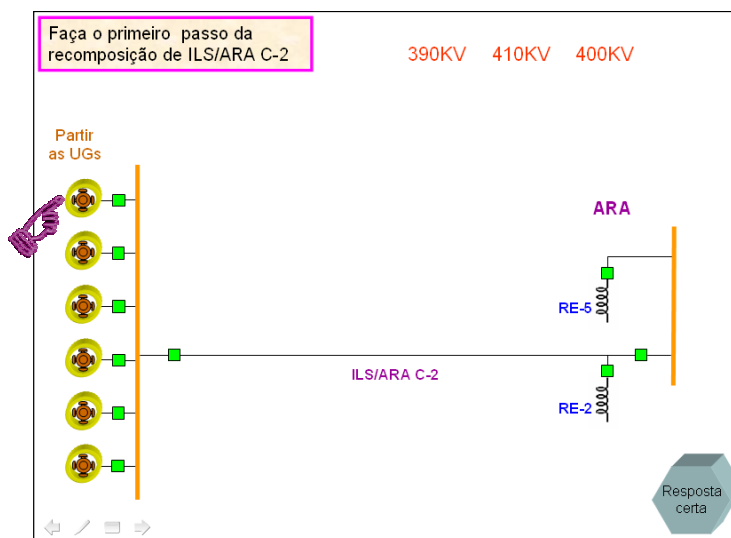


FIGURA 5 – Partida da quantidade mínima de UGs

A Figura 6, nos mostra o 1º passo da recomposição, a Fase Fluente, sincronizando o nº mínimo de UGs na barra, conforme Instruções de Operação do ONS.

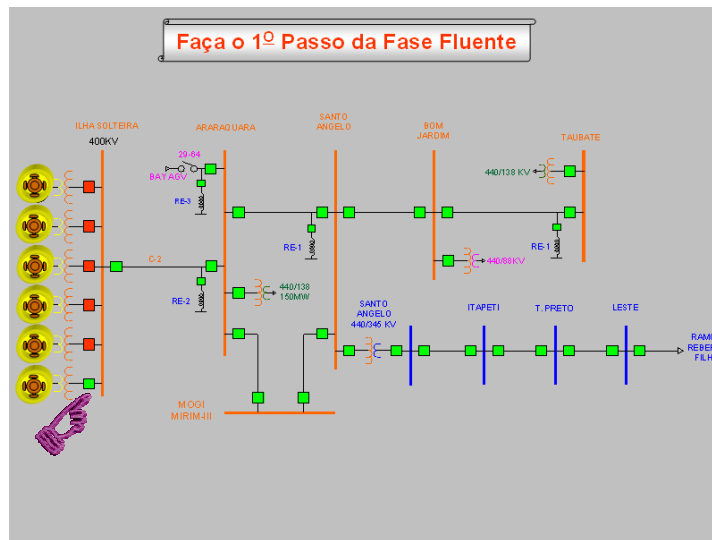


FIGURA 6 – Energização das UGs na barra

Além de simular instruções de operação do sistema, também é simulada a perda do serviço auxiliar da usina e sua recomposição, visando que o operador seja capacitado, habilitado e treinado no processo de recomposição.

A Figura 7, nos mostra o final da recomposição, a Fase Coordenada, o fechamento do paralelo entre os corredores da usina Jupuí com a da Ilha Solteira, através da usina Três Irmãos, conforme Instruções de Operação do ONS.

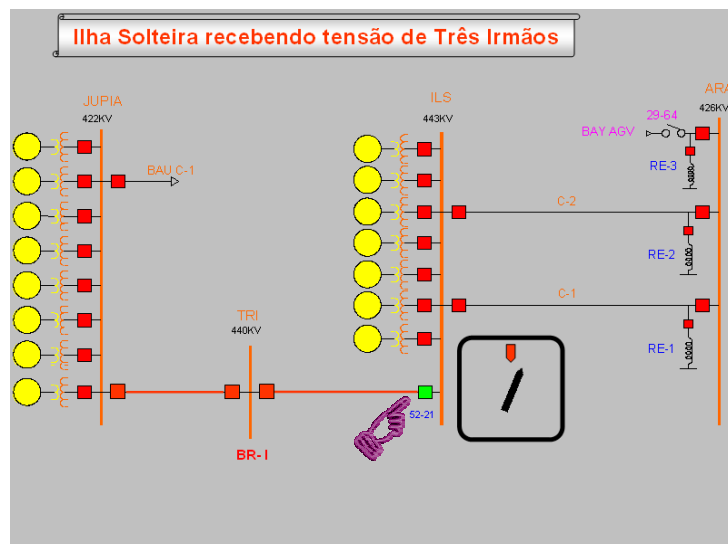


FIGURA 7 – Fechamento do Paralelo entre os corredores JUP e ILS

2.0 ANÁLISE E ESTATÍSTICA DOS TREINAMENTOS

Após a apresentação das reciclagens das Instruções de Operação do ONS, é elaborada a análise e estatística “DE ERROS COMETIDOS NO TREINAMENTO”, dos operadores convocados que participaram do treinamento, para realizar de forma manual, o passo a passo da recomposição fluente e coordenada da usina.

O operador inicia a simulação da recomposição da usina, ligando os disjuntores das UGs, verificando o número mínimo das mesmas, ligando os reatores das LTs, escolhendo os valores corretos de tensão na barra, ligando disjuntores das LTs e verificando valores de carregamento.

Quando o operador escolhe um valor errado de tensão e ou carregamento, esse valor, não é aceito na barra ou LT, retornando para posição inicial e caracterizando “um erro” na manobra.

Quando se trata de fechamento de paralelo, é apresentado um sincronoscópio com seu ponteiro girando, para que o operador possa treinar e fechar o paralelo com defasagem menor que 10° ; no momento que o operador der comando para ligar o disjuntor, o ponteiro sincronoscópio pára, dando para analisar a defasagem angular alcançada pelo treinando.

Após a realização de cada passo, é possível conferir se o operador o fez corretamente; para isso basta clicar no botão “resposta certa”, onde aparecerá a mensagem de texto com o procedimento correto.

Esse “Simulador de Exercícios de Recomposição”, também é utilizado nos Ensaios de Recomposição dos Corredores de 440 kV: JUP/BAU/EMG/CAV e ILS/ARA/SAA/BOJ/TAU/envolvendo MOM 3, bem como, no treinamento dos “Engenheiros Operadores”, que desde 2003, são treinados anualmente de forma a adquirir a habilitação para trabalhar como Engenheiros-Operadores de Usina/Operadores de Sistema, no intuito de preservar o funcionamento normal das instalações, mediante situações de emergência.

Essas reciclagens são anuais e feitas em cima das instruções de Operação do ONS, de recomposição do Sistema Interligado Nacional e Instalações da CESP.

À medida que inicia a recomposição, cada passo elaborado pelo operador, na qual ocorra erro, a variável seja de carregamento ou valor errado de tensão a mesma, vai para o local desejado, mas retorna em função do erro. Neste caso é discutido verbalmente o erro, orientando o operador.

Os erros que podem acontecer são:

- Enviar tensão com um número de UGs insuficiente, onde neste caso é explicado ao operador que isto poderá ocasionar o fenômeno da auto excitação e absorção elevada de reativos, comprometendo os valores de estabilidade da curva de capacidade.
- Esquecimento enviar tensão sem ligar o reator, neste caso então é explicado que isso pode acarretar sobretensões e elevada absorção de reativos pelas UGs.
- Esquecimento no ajuste correto do valor de tensão para envio, onde é explicado que isso poderá acarretar sobretensões quando do envio de tensão quando no início do processo da recomposição e subtensão quando da entrada de carga.
- Esquecimento no restabelecimento do circuitos, sem se preocupar com o carregamento do circuito já ligado, o que poderá provocar sobretensões indesejáveis.
- Quando a situação é de paralelo, aparece o sincronoscópio girando ora no sentido horário, ora no sentido anti-horário, quando o operador ligar o disjuntor em sincronismo, o ponteiro do sincronoscópio pára no ponto que ele comandou o disjuntor, caso o sincronismo tenha sido ligado muito fora dos 10° , será informado ao operador que isso poderá ocorrer danos significativos ao gerador e Trafo. Podendo comprometer conjunto girante (mancais), queima de enrolamento e outros.

A finalidade do simulador de exercícios é fugir daquelas apresentações com muitas teorias com pouco aproveitamento, criando diagramas animados e fazendo com que os Operadores de Sistema e da Usina, bem como, os “Engenheiros Operadores”, interagir em cima dos diagramas, exigindo sua atenção e comprometimento e facilitar a memorização no passo a passo do processo de recomposição.

3.0 PONTOS POSITIVOS

Os pontos positivos do treinamento são:

- Reciclagem de conhecimentos;
- Envolvimento dos treinandos;
- Troca de conhecimento entre os treinandos;
- Aumento da confiabilidade operativa da CESP em situação de emergência, pela preparação dos Engenheiros operadores e Operadores de Sistema e da Instalação;
- Atenção e disponibilidade despendidas de todos, no apoio ao treinamento.

Além desses pontos positivos citados acima, podemos dizer que o “Simulador de Recomposição de Exercícios”, é um arquivo didático sem custo para a empresa, pois, utiliza apenas os recursos avançados do Power-Point 2003, aliados aos esquemas elaborados no Auto-cad.

4.0 CONCLUSÃO

Com essa ferramenta o treinando poderá interagir, pois ele não ficará a margem da teoria simples, o simulador o possibilita ter uma visão ampla de tudo que estará acontecendo dentro e fora de sua área de atuação, quando de perturbação parcial e geral das instalações.

Com a utilização desse simulador, verificamos uma maior atenção dispensada, um maior aproveitamento e conseqüentemente maior eficiência dos treinandos na aplicação prática, como foi verificado em caso de necessidade de recomposição das usinas CESP e do Sistema Interligado Nacional.

É nesse horizonte que firmamos o compromisso de buscar nos caminhos da qualidade, a excelência eficaz dos serviços prestados para nossa empresa e, conseqüentemente aos seus clientes.

Com a utilização do simulador de recomposição de exercícios, a Área de Normas avalia e analisa o desempenho das equipes de operação em tempo real e dos engenheiros operadores com relação ao treinamento, registrando as necessidades de habilitação, capacitação e desenvolvimento dos empregados, bem como, propor treinamentos para eliminar os pontos fracos de cada empregado.

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Instruções de Operação do ONS;
- b) Manual de Operação das Usinas da CESP;
- c) Manual de Operação das SEs e Instruções de Operação da CTEEP.

6.0 BIOGRAFIAS

Nome do Autor 1: Francisco Coelho de Abreu

Contato: francisco.abreu@cesp.com.br

Fone: 67 – 3509 – 2335

Função: Operador de Sistema de Potência CESP

Nome do Autor 2: Jonas Mendes de Souza Júnior

Contato: jonas.junior@cesp.com.br

Fone: 67 – 3509 – 2364

Função: Supervisor da Área de Pós-operação e Inspeções da CESP

Nome do Autor 3: Mauro Pereira dos Santos

Contato: mauro.santos@cesp.com.br

Fone: 67 – 3509 – 2335

Função: Operador de Sistema de Potência CESP