



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

Versão 1.0
XXX.YY
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO X

GRUPO DE ESTUDO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GDS

**AValiação de Chaveamento Controlado de
Linhas de Transmissão em Tempo Real via RTDS™**

**Karcus M. C. Dantas (*)
UFCG**

**Washington L. A. Neves
UFCG**

**Damásio Fernandes Jr.
UFCG**

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o chaveamento controlado de linhas de transmissão em tempo real usando o RTDS™ (Real Time Digital Simulator). A estratégia de chaveamento apresentada é baseada em um algoritmo simples de detecção de passagem por zero e consiste em determinar instantes apropriados para o fechamento dos pólos do disjuntor. Dados do sistema elétrico da CHESF são utilizados para estudo de caso e diversas operações de chaveamento são analisadas: energização e religamento tripolar de linhas com compensação em derivação, considerando efeitos da carga residual. O desempenho do chaveamento controlado é comparado com o dos resistores de pré-inserção.

PALAVRAS-CHAVE

Chaveamento Controlado, Linhas de Transmissão, Sobretensões de Manobras, Simulação em Tempo Real

1.0 - INTRODUÇÃO

Sobretensões de manobra influenciam diretamente a coordenação de isolamento de sistemas elétricos em extra-alta tensão caracterizados por longas linhas de transmissão (LTs), a exemplo do Sistema Interligado Nacional (SIN). Desta forma, estudos relacionados aos meios para reduzir estas sobretensões são de extrema importância para o setor elétrico. Com o avanço da tecnologia e o maior emprego da eletrônica nos sistemas de potência, técnicas de chaveamento controlado destacam-se como alternativa para este fim. Chaveamento controlado é o termo utilizado para descrever o uso de equipamentos eletrônicos para controlar o fechamento e abertura mecânica dos contatos dos disjuntores [1], [2]. Devido à viabilidade econômica e aos benefícios auferidos, esse tema tem despertado interesse tanto das companhias quanto dos fabricantes de disjuntores [3], [4], [5].

A utilização do chaveamento controlado em manobras de LTs elimina a necessidade do uso de resistores de pré-inserção, simplificando significativamente o projeto dos disjuntores e barateando seus custos de fabricação e manutenção [6], [7]. Ainda, este método pode limitar as sobretensões de manobras a valores aceitáveis, especialmente quando utilizado em conjunto com pára-raios e, conseqüentemente, propiciar uma redução nos efeitos negativos causados por estas sobretensões, tais como a degradação da qualidade da energia e a redução da vida útil dos equipamentos do sistema elétrico [8].

Recentemente, a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) adquiriu um equipamento para simulação de sistemas elétricos em tempo real denominado RTDS™ (Real Time Digital Simulator), o qual se configura como uma combinação de hardware e software caracterizando-se como uma poderosa ferramenta com capacidade de modelar o sistema elétrico de potência de forma realista e propiciar maior confiabilidade e segurança nos resultados obtidos por meio de simulações digitais do sistema elétrico.

(*) Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Elétrica, Av. Aprígio Veloso, n° 882, Bodocongó, CEP: 58.109-970, Campina Grande, PB - Brasil. Tel: (+55 83) 3310-1326 – Email: karcus@ee.ufcg.edu.br

O RTDS™ (ver Figura 1) utiliza os mesmos algoritmos e equações encontradas em programas do tipo EMTP (Eletromagnetic Transients Program), porém, a simulação é considerada em tempo real devido as soluções do sistema elétrico serem obtidas em um intervalo de tempo muito menor que as constantes de tempo do sistema. Este equipamento apresenta uma interface para entrada e saída de dados do sistema elétrico, tais como "trips" de relés e sinais de tensão e corrente, sendo ideal para testes de equipamentos de monitoramento e controle do sistema, a exemplo de cadeias de proteção e controladores que atuam em disjuntores, permitindo assim a comunicação com equipamentos externos.

Na avaliação de sobretensões de manobras em sistemas elétricos, a utilização do RTDS™ propicia ao usuário realizar simulações de forma mais realista, uma vez que estas sobretensões possuem um caráter probabilístico e podem atingir diferentes valores a depender, por exemplo, do instante na onda de tensão em que ocorreu a manobra. Desta forma, ao contrário de simulações via EMTP, as simulações em tempo real têm um caráter dinâmico e cada simulação pode fornecer resultados distintos tal como acontece na prática, onde cada manobra pode submeter o sistema a diferentes níveis de sobretensões. Com isto, destaca-se a importância da utilização do RTDS™ na avaliação de métodos para limitação de sobretensões de manobra em linhas de transmissão, a exemplo do chaveamento controlado, o que torna os resultados das simulações ainda mais confiáveis.



FIGURA 1 – Foto ilustrativa do RTDS™

Neste trabalho, um método para chaveamento controlado de linhas de transmissão é implementado no RTDS™. A estratégia de chaveamento apresentada é baseada em um algoritmo simples de detecção de passagem por zero e consiste em determinar instantes apropriados para o fechamento dos pólos do disjuntor, os quais ocorrem quando a tensão entre os contatos do disjuntor é zero e cujo intervalo entre o instante de fechamento do primeiro e do último pólo é o menor possível [9]. Dados do SIN referentes ao sistema elétrico da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) são utilizados para estudo de caso e diversas condições de operação de chaveamento são analisadas: energização e religamento tripolar de linhas com compensação em derivação, considerando os efeitos da compensação reativa em paralelo e da carga residual nas linhas. O desempenho do chaveamento controlado é comparado com o dos resistores de pré-inserção por meio de simulações digitais em tempo real via RTDS™. Os resultados comprovam a eficiência do chaveamento controlado, o qual apresentou resultados compatíveis com os obtidos com os resistores de pré-inserção.

2.0 - PRINCÍPIOS DO CHAVEAMENTO CONTROLADO

Normalmente, o comando para energização ou religamento de LTs é realizado em um instante aleatório ($t_{comando}$) em relação à forma de onda da tensão entre os contatos do disjuntor, que representa o sinal de referência para o chaveamento controlado. Ainda, a manobra somente é efetivada após o período denominado tempo de operação do disjuntor ($T_{operacao}$). Na Figura 2 é ilustrada a estratégia para controle de manobras de fechamento. O procedimento consiste em controlar o instante $t_{comando}$ atrasando-o por um intervalo de tempo T_{atraso} de forma que t_{otimo} , já previamente determinado, ocorra em um instante $T_{atraso} + T_{operacao}$ depois de $t_{comando}$. Onde $T_{operacao}$ é o intervalo de tempo entre a energização do circuito de fechamento do disjuntor e o acoplamento físico entre os seus contatos. Um valor típico para este intervalo é 50 ms [3]. Já o intervalo T_{atraso} adicionado ao instante $t_{comando}$ pode ser determinado por dois subintervalos:

- $T_{calculo}$: intervalo de processamento computacional para determinação de t_{otimo} ;
- $T_{sincronizacao}$: intervalo para sincronização com t_{otimo} , considerando $T_{operacao}$.

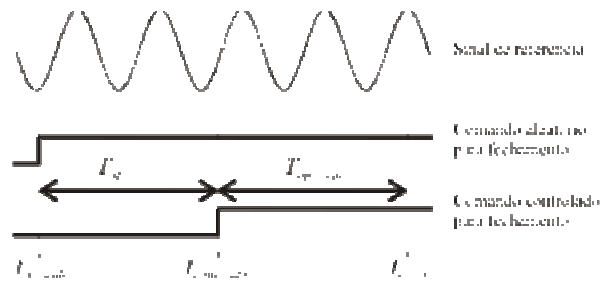


FIGURA 2 – Temporização do chaveamento controlado

A seguir, são discutidas as estratégias para o chaveamento controlado de LTs para cada condição abordada.

2.1 Energização de Linhas de Transmissão

Energizações de LTs são manobras programadas que podem ocorrer rotineiramente em sistemas de potência. Além disso, durante uma manobra de energização não há cargas residuais nas linhas de transmissão, sendo esta a condição mais simples para a realização do chaveamento controlado. Neste caso, o instante ótimo ocorre na passagem por zero da tensão do lado da fonte. Assim, para cada fase, basta o monitoramento deste sinal de tensão o qual será o sinal de referência para o controle do chaveamento. Na Figura 3, estão indicados através de setas os possíveis instantes ótimos para uma fase da LT.

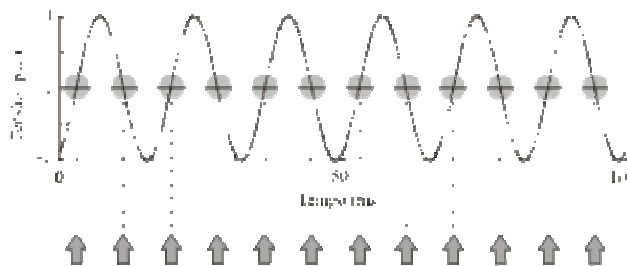


FIGURA 3 – Tensão entre os contatos do disjuntor para LT para manobra de energização

2.2 Religamento de Linhas de Transmissão com Compensação

Operações de religamento de LTs são normalmente efetivadas com a presença de cargas residuais. Para linhas com compensação reativa em paralelo, após a abertura da linha, a carga residual apresenta uma oscilação devido ao circuito formado entre a capacitância da linha e a indutância dos reatores em derivação. Esta oscilação tem uma frequência menor que a frequência nominal do sistema, tipicamente com valores entre 30 e 55 Hz, a depender do grau de compensação da linha.

Neste caso, o sinal de referência é a tensão entre os contatos do disjuntor, cuja forma de onda vai depender conseqüentemente do grau de compensação da LT. Para graus de compensação elevados (ver Figura 4), a tensão entre os contatos do disjuntor apresenta uma forma de onda com pulsação bem definida, enquanto que graus de compensação menores apresentam uma forma de onda mais complexa (ver Figura 5). Em ambos os casos, os instantes ótimos para o chaveamento de cada fase, os quais também estão destacados nas Figuras 4 e 5, ocorrem na passagem por zero do sinal de tensão entre os contatos do disjuntor e no período de menor pulsação deste sinal. Com isto, pode-se minimizar o efeito do pré-arco no momento do fechamento dos contatos do disjuntor, aumentando assim a confiabilidade do chaveamento controlado.

Com o intuito de reduzir os esforços requeridos para estimar os instantes ótimos para esta condição de operação da LT, as tensões do lado da fonte e do lado da linha são estimadas separadamente, sendo necessário o monitoramento dos dois sinais. Desta forma, apenas sinais senoidais são avaliados ao invés de sinais mais complexos como os das Figuras 4 e 5. Em seguida, estes sinais são postos em conjunto, obtendo assim o sinal de referência, para que possíveis instantes ótimos sejam determinados.

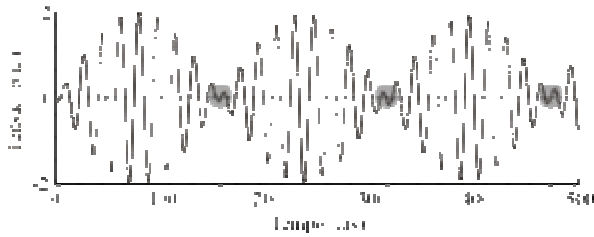


FIGURA 4 – Tensão entre os contatos do disjuntor para LTs em aberto com 80% de compensação

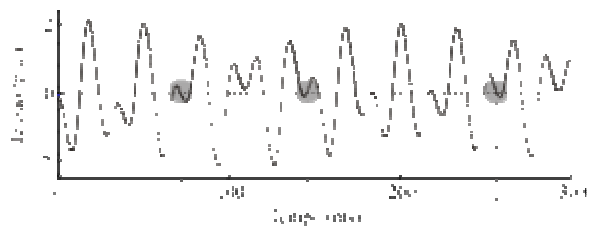


FIGURA 5 – Tensão entre os contatos do disjuntor para LTs em aberto com 30% de compensação

3.0 - IMPLEMENTAÇÃO

O método de chaveamento controlado é baseado em um algoritmo simples de detecção de passagem por zero e consiste em estimar o sinal de referência em instantes futuros de forma que uma lista de possíveis instantes ótimos para cada fase seja prevista assim que o comando para a operação do disjuntor ocorra. Além disso, os instantes ótimos são determinados de forma que o efeito do acoplamento eletromagnético entre as fases da linha de transmissão seja minimizado [9].

O método foi implementado no RTDS™ usando a ferramenta *Component Builder* do software RSCAD, a qual se constitui como um ambiente de criação de novos componentes de controle e do sistema elétrico mediante a implementação, utilizando a linguagem de programação C, de modelos e algoritmos desenvolvidos pelo usuário (10). Assim, estes novos componentes podem ser incorporados às simulações em tempo real, interagindo com os componentes já fornecidos pelo RTDS™.

Na Figura 7, é apresentado o diagrama de blocos do esquema utilizado para implementação do método. O Sistema de Controle do Chaveamento (SCC) recebe do sistema elétrico de potência os sinais de tensão relativos aos sinais de referência requeridos para o chaveamento controlado. Em seguida, com o objetivo de minimizar o efeito de aliasing e atenuar componentes de alta frequência, um filtro Butterworth passa-baixas de terceira ordem com uma frequência de corte de 187,89 Hz é aplicado aos sinais de tensão (8). Após a filtragem, os sinais são amostrados a uma frequência de 960 Hz, a qual é suficiente para reproduzir o sinal sem erro de aliasing e é comumente utilizada em sistemas de proteção digital (11).

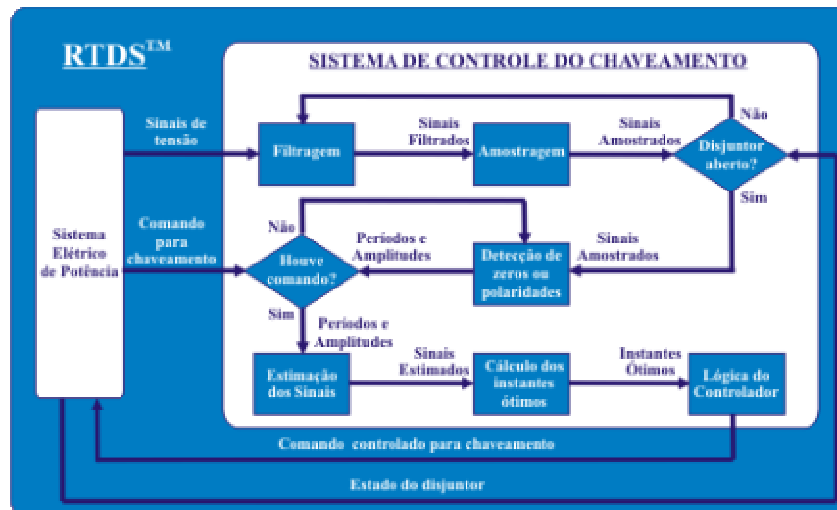


FIGURA 7 – Diagrama de blocos para o chaveamento controlado de LTs

A partir do instante em que há a desenergização da LT, realiza-se a detecção das passagens por zero dos sinais senoidais do lado da fonte e do lado da linha (para religamento de LTs com compensação). Uma passagem por zero é detectada sempre que um sinal senoidal muda de polaridade entre duas amostras consecutivas. Com isso, os períodos destes sinais são determinados através da detecção de duas passagens por zero consecutivas e suas amplitudes são determinadas detectando-se o valor de pico entre esses dois zeros.

Ao receber o comando para chaveamento do disjuntor, o SCC estima os sinais de referência em instantes futuros baseando-se nos últimos valores determinados para os períodos, amplitudes e passagens por zero dos sinais senoidais. Assim, pode-se determinar uma lista de possíveis instantes ótimos para cada fase e em seguida, tomando-se como referência o comando para o chaveamento do disjuntor, o qual ocorre em um instante aleatório $t_{comando}$, a *Lógica do Controlador* atua atrasando este comando por um intervalo de tempo necessário para a realização do chaveamento de cada fase em um instante ótimo futuro (t_{otimo}) de forma que o intervalo entre o instante de fechamento da primeira e da última fase seja o menor possível.

4.0 - AVALIAÇÃO

Baseando-se em dados reais obtidos do sistema elétrico de potência de 500 kV da CHESF, um sistema elétrico simplificado foi elaborado para avaliação do chaveamento controlado. Este sistema foi modelado no RTDSTM e é apresentado na Figura 8, consistindo de uma linha de transmissão com 400 km de extensão, com pára-raios e reatores em derivação de 200 Mvar em cada extremidade e duas fontes com suas respectivas impedâncias. Seus dados são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

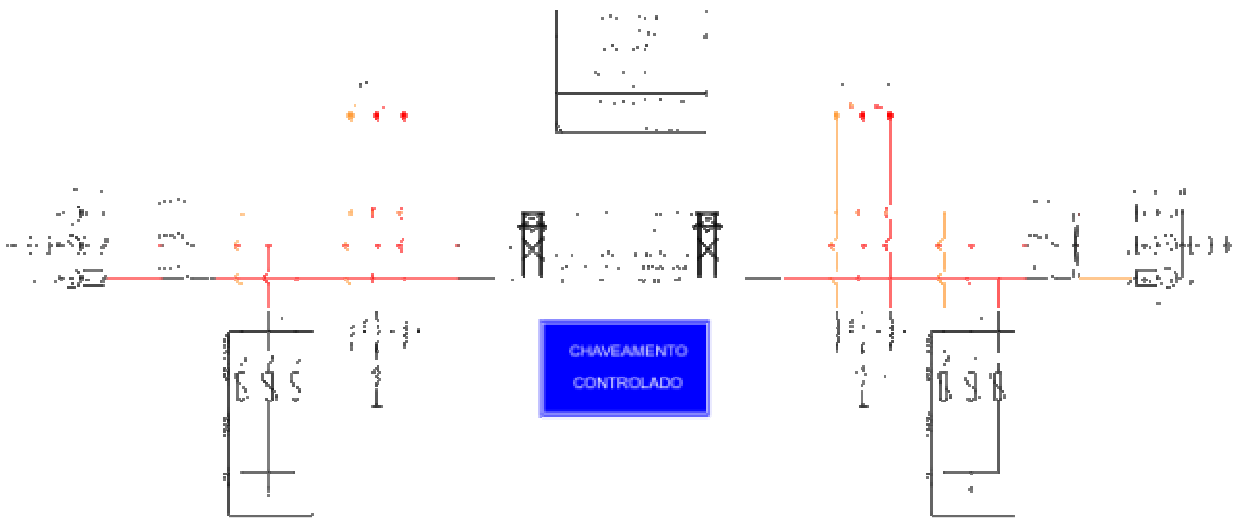


FIGURA 8 – Sistema Elétrico

TABELA 1 – Dados de seqüência da linha de transmissão

Seqüência	R(Ohms/km)	X(Ohms/km)	$\omega C(\mu\text{Mho/km})$
Zero	0,3996	0,9921	3,0839
Positiva	0,0333	0,3170	5,2033

TABELA 2 – Tensão das fontes ($V_{base} = 550$ kV)

Fonte	Módulo (p.u.)	Fase ($^{\circ}$)
Fonte 1	1,00	0
Fonte 2	0,99	-10

TABELA 3 – Impedâncias das Fontes

Barra	Seqüência Zero		Seqüência Positiva	
	R0(Ohms)	X0(Ohms)	R1(Ohms)	X1(Ohms)
Fonte 1	1,1268	20,8380	0,9681	28,5130
Fonte 2	1,1268	20,8380	0,9681	28,5130

O método proposto é avaliado através de simulações digitais em tempo real, analisando diferentes condições de chaveamento da linha de transmissão: energização e religamento tripolar de linhas com compensação em derivação, considerando os efeitos da carga residual. A ferramenta *Draft* do software RSCAD foi utilizada para modelar o sistema elétrico acima.

Para uma correta avaliação do método, dispersões estatísticas em relação ao tempo de operação dos disjuntores devem ser consideradas. Desta forma $T_{operacao}$ é dado em função do tempo nominal de operação do disjuntor ($T_{nominal}$) e da variação estatística neste tempo de operação ($\Delta T_{estatístico}$):

$$T_{operacao} = T_{nominal} + \Delta T_{estatístico} \quad (1)$$

Esta variação estatística no tempo de operação do disjuntor foi representada no RTDS com uma distribuição de probabilidade Gaussiana e descrita por meio de um desvio padrão (σ). Segundo (1), a máxima dispersão pode ser dada em função do desvio padrão através da Equação 2. Assim, considerando uma dispersão máxima no tempo de operação do disjuntor de 2 ms, obteve-se um desvio padrão de aproximadamente 0,67 ms. Outra característica importante a ser considerada é a taxa de decaimento da suportabilidade dielétrica dos disjuntores (dv_{disj}/dt). Neste trabalho, considerou-se dv_{disj}/dt maior que o máximo valor da derivada da tensão do sistema (12).

$$\Delta T_{estatístico} = 3\sigma \quad (2)$$

Diferentes condições de operação para o chaveamento da LT em questão foram avaliadas considerando o terminal a esquerda como o terminal líder (primeiro terminal a ser religado) e um tempo morto de 500 ms:

- Caso 1: Chaveamento com reatores em ambas os terminais (77% de compensação);
- Caso 2: Chaveamento com reatores apenas no terminal líder (38% de compensação).

Além disto, o desempenho do chaveamento controlado é comparado com o dos resistores de pré-inserção, onde uma resistência de 400 Ohms e um tempo de inserção de 8 ms foram usados nas simulações por serem valores típicos implementados no SIN. Em todas as simulações foram usados pára-raios, com tensão nominal de 420 kV e nível de proteção a impulso de manobra de 830 kV em 2 kA, conectados nos terminais da LT, os quais são comumente especificados para sistemas de 500 kV (12). Ainda, para fins de comparação, também são avaliadas situações em que não há aplicação de nenhum dos dois métodos acima, ou seja, há apenas os pára-raios nas extremidades da linha.

Para cada caso avaliado, um total de 300 simulações foram realizadas considerando as dispersões estatísticas no tempo de operação do disjuntor. Destas simulações, os máximos valores de sobretensões ao longo da linha de transmissão, os quais têm probabilidade de ocorrência menor ou igual a 2% são apresentados na Figura 10 para manobras de energização e religamento. Estes valores estatísticos são normalmente utilizados para a coordenação de isolamento de sistemas elétricos (13).

A fim de facilitar a análise comparativa entre os métodos utilizados para limitação de sobretensões de manobra na linha de transmissão em questão, são apresentados na Tabela 4 os máximos valores de sobretensão com probabilidade de ocorrência menor ou igual a 2% para cada uma das condições de operação abordadas. Ainda, é apresentada na Tabela 5 uma análise estatística com relação aos máximos valores de sobretensão para cada uma dessas situações.

Com base nos dados expostos, pode-se observar que o desempenho do chaveamento controlado é compatível com o desempenho dos resistores de pré-inserção, ambos em conjunto com pára-raios nas extremidades da linha. Na situação mais favorável para o chaveamento controlado, as sobretensões são limitadas a valores não superiores a 1,69 p.u. e na situação mais adversa, as sobretensões são limitadas a 1,82 p.u. Já para o resistor de pré-inserção, na situação mais favorável, as sobretensões são limitadas a 1,59 p.u. enquanto que na situação mais adversa, as sobretensões são limitadas a 1,90 p.u. Assim, de acordo com as simulações digitais em tempo real, o uso do chaveamento controlado pode eliminar a necessidade da utilização de resistores de pré-inserção.

TABELA 4 – Máximos valores de sobretensão com probabilidade de ocorrência menor que 2% ($V_{base} = 550$ kV)

Condição de Operação	Máxima Sobretensão (p.u.)					
	Energização			Religamento		
	PR	RPI	CC	PR	RPI	CC
Caso 1	2,08	1,55	1,72	2,45	1,78	1,67
Caso 2	2,19	1,78	1,76	2,41	1,84	1,70

PR – Apenas Pára-raios

RPI – Resistor de pré-inserção e pára-raios

CC – Chaveamento Controlado e pára-raios

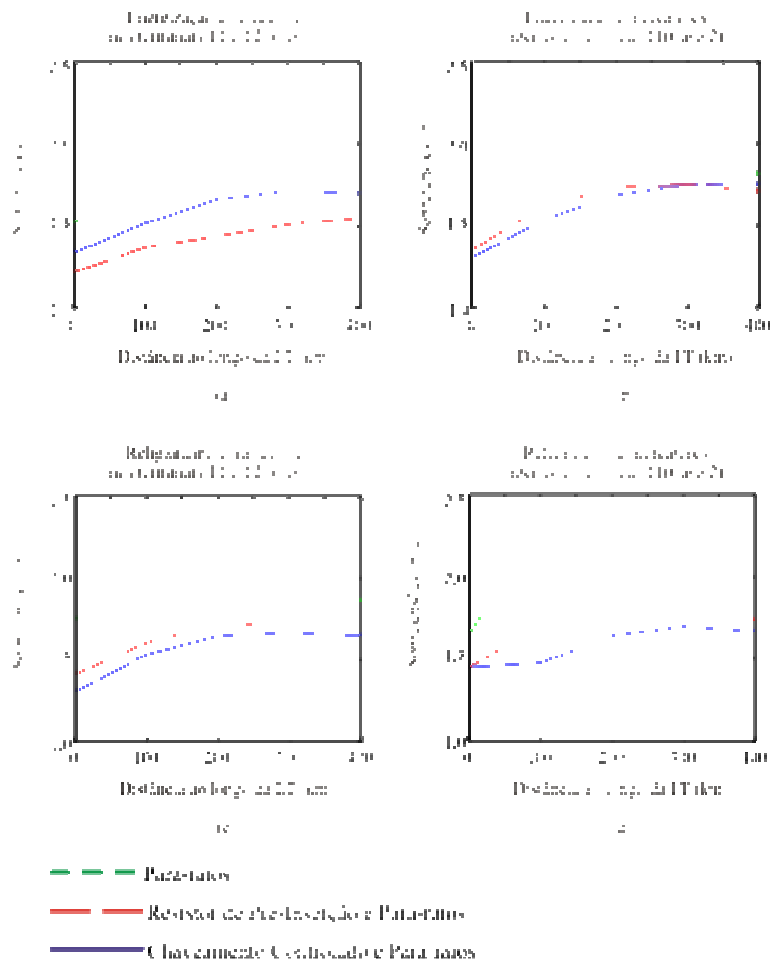
TABELA 5 – Análise estatística das máximas sobretensões ao longo da LT ($V_{base} = 550$ kV)

Dados de Sobretensões (p.u.)	Caso 1						Caso 2					
	Energização			Religamento			Energização			Religamento		
	PR	RPI	CC	PR	RPI	CC	PR	RPI	CC	PR	RPI	CC
Máxima	2,18	1,59	1,74	2,61	1,84	1,69	2,28	1,79	1,82	2,66	1,90	1,71
Média	1,83	1,43	1,61	2,12	1,61	1,50	1,96	1,66	1,69	1,88	1,64	1,59
Mínima	1,51	1,29	1,41	1,38	1,38	1,30	1,66	1,49	1,57	1,50	1,49	1,49
Desvio Padrão	0,11	0,06	0,07	0,19	0,08	0,11	0,12	0,04	0,04	0,24	0,10	0,05

PR – Apenas Pára-raios

RPI – Resistor de pré-inserção e pára-raios

CC – Chaveamento Controlado e pára-raios



5.0 - CONCLUSÕES

Um método para chaveamento controlado de linhas de transmissão foi apresentado e avaliado por meio de simulações digitais em tempo real via RTDS™ (Real Time Digital Simulator). A utilização deste equipamento propicia simulações mais realistas do sistema elétrico e conseqüentemente, fornece resultados mais realistas e confiáveis. A possibilidade de implementação do método em tempo real deve-se ao fato de que na estratégia de chaveamento apresentada, foram utilizadas apenas técnicas simples de tratamento de sinais a exemplo de detecção de passagens por zero dos sinais senoidais.

Os resultados obtidos comprovam a eficiência do método em limitar as sobretensões de manobra (energização e religamento tripolar) em LTs com compensação reativa em paralelo. Na situação mais favorável ao chaveamento controlado, as sobretensões foram limitadas a 1,69 p.u. enquanto que na situação mais adversa, as sobretensões foram limitadas a 1,82 p.u. Já com relação ao resistor de pré-inserção, na situação mais favorável, as sobretensões foram limitadas a 1,59 p.u. enquanto na situação mais adversa, estas foram limitadas a 1,90 p.u.

Quando são considerados os máximos valores de sobretensão com probabilidade de ocorrência menor ou igual a 2%, na situação mais favorável ao chaveamento controlado, as sobretensões foram limitadas a 1,67 p.u. enquanto que na situação mais adversa, as sobretensões foram limitadas a 1,76 p.u. Com relação ao resistor de pré-inserção, na situação mais favorável, as sobretensões foram limitadas a 1,55 p.u. enquanto na situação mais adversa, as sobretensões foram limitadas a 1,84 p.u.

Com isto, o chaveamento controlado pode propiciar uma melhoria na qualidade da energia elétrica e um aumento na vida útil de equipamentos, além de eliminar o uso dos resistores de pré-inserção, aumentando assim a confiabilidade dos disjuntores e reduzindo os seus custos de fabricação e manutenção. A utilização do chaveamento controlado em conjunto com pára-raios localizados nas extremidades das linhas de transmissão propicia ainda segurança em caso de falha do *Sistema de Controle do Chaveamento*.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CIGRE Working Group 13.07, "Controlled Switching of HVAC Circuit Breakers: Guide for Application Lines, Reactors, Capacitors, Transformers - 1st Part," *ELECTRA*, no. 183, pp. 42–73, April 1999.
- (2) CIGRE Working Group 13.07, "Controlled Switching of HVAC Circuit Breakers: Guide for Application Lines, Reactors, Capacitors, Transformers - 2nd part," *ELECTRA*, no. 185, pp. 36–57, August 1999.
- (3) K. Froehlich, C. Hoelzl, M. Stanek, A. C. Carvalho, W. Hofbauer, P. Hoegg, B. L. Avent, D. F. Peelo, and J. H. Sawada, "Controlled Closing on Shunt Reactor Compensated Transmission Lines. Part I: Closing Control Device Development," *IEEE Transaction on Power Delivery*, vol. 12, no. 2, pp. 734–740, April 1997.
- (4) ABB, *Controlled Switching, Buyer's & Application Guide*, 2nd ed., Ludvika, Sweden, Sep 2006.
- (5) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. *Mitsubishi Electric Advance – Controlled Switching System*. vol. 117. Japan, March 2007.
- (6) CIGRE Task Force 13.00.1, "Controlled Switching: A State of the Art Survey - Part I," *ELECTRA*, no. 162, pp. 65–97, October 1995.
- (7) CIGRE Task Force 13.00.1, "Controlled Switching: A State of the Art Survey - Part II," *ELECTRA*, no. 164, pp. 39–61, February 1996.
- (8) K. M. C. Dantas, "Chaveamento Controlado de Linhas de Transmissão," Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil, setembro 2007.
- (9) K. M. C. Dantas, D. Fernandes Jr., W. L. A. Neves, B. A. Souza, and L. C. A. Fonseca, "Mitigation of Switching Overvoltages in Transmission Lines via Controlled Switching," *IEEE PES General Meeting*, July 2008.
- (10) RTDS Technologies Inc.. *RTDS User's Manual*, 2007.
- (11) E. O. Schweitzer and D. Hou, "Filtering for protective relays," Schweitzer Engineering Laboratories, Washington, USA, 1993.
- (12) P. C. V. Esmeraldo, J. Amon Filho, F. M. S. Carvalho, A. C. Carvalho, and S. A. Morais, "Circuit-breaker Requirements for Alternative Configurations of a 500 kV Transmission System," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 14, no. 1, pp. 169–175, January 1999.
- (13) *IEEE Standard for Insulation Coordination - Definitions, Principles and Rules*, IEEE Std 1313.1-1996, New York, USA, 1996.