



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

Versão 1.0
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

GRUPO - VIII

GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO - GSE

**ESTÁGIO ATUAL E NOVAS TECNOLOGIAS DE LIMITAÇÃO DE CORRENTE DE CURTO CIRCUITO A SEREM
ADOTADAS PELO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO CHESF.**

**Methodio Varejão de Godoy (*)
CHESF / UPE**

RESUMO

No atual estágio do setor elétrico brasileiro, principalmente no Nordeste do Brasil, novas fontes de geração estão sendo instaladas no sistema elétrico existente, em pontos localizados próximos aos centros de carga, aumentando os níveis de corrente de curto-circuito e levando à superação de algumas instalações quanto à suportabilidade de corrente de curto. Num passado recente esse problema tinha solução mais simples, pois os setores de geração e transmissão pertenciam, em geral, a uma mesma empresa sendo possível planejar de forma coordenada o aumento de geração e os reforços de transmissão na rede. Hoje, como a empresa transmissora não possui mais este controle, o sistema elétrico se torna mais vulnerável às situações de superação dos equipamentos quanto a correntes de curto-circuito. Tal situação deixa evidente a importância da busca de soluções para limitação de correntes de curto-circuito a serem aplicadas nos sistemas elétricos existentes, já que a troca completa dos equipamentos superados normalmente apresenta-se como uma solução de elevado custo, acompanhada de desligamentos prolongados para execução das obras. Nesse contexto o Planejamento da Expansão CHESF avaliou as alternativas e tecnologias existentes de limitação de curto circuito visando definir as soluções mais adequadas para fazer frente a esses problemas.

PALAVRAS-CHAVE

Curto-circuito, dispositivos de limitação, superação.

1.0 - INTRODUÇÃO

O Planejamento da Transmissão CHESF está procurando alternativas para fazer frente a geração contratada nos últimos leilões de energia realizados pela Agência Reguladora de Energia Elétrica (ANEEL) que prevêem a inserção de mais de 5000 MW de geração predominantemente térmica no Nordeste do Brasil. A Empresa Pesquisa Energética está prevendo aproximadamente mais 1800 MW de geração eólica do Nordeste. Esses fatos aliados a falta de qualquer exigência regulatória no sentido de definir a conexão mais adequada do ponto de vista de investimentos no sistema elétrico existente tem acarretado a uma elevação substancial dos níveis de curto circuito e da relação X/R em subestações de grande importância estratégica para o Sistema Interligado Nacional (SIN) na região Nordeste. A cada novo Leilão A-3, o sistema elétrico brasileiro, em especial no Nordeste do Brasil tem recebido novas fontes de geração, em pontos localizados próximos aos centros de carga, aumentando os níveis de corrente de curto-circuito e levando à superação de algumas instalações quanto à suportabilidade de corrente de curto..

O problema de superação da capacidade dos equipamentos, devido a elevação dos níveis de corrente de curto-circuito, requer a busca de soluções de curto prazo, muitas vezes provisórias, e soluções definitivas. Nas soluções de curto prazo são adotadas medidas sistêmicas, tais como o seccionamento de barras em uma subestação. Seu objetivo é evitar a superação de alguns equipamentos, até a implementação de medidas definitivas. A adoção destas soluções acarreta, geralmente, em perda de flexibilidade operativa e redução, muitas vezes inaceitável, dos níveis de confiabilidade do sistema encontram-se soluções de caráter emergencial.

As soluções provisórias, de acordo com a referência (5) podem ser divididas em restrições operativas e modificações na rede e compreendem as seguintes ações descritas a seguir:

- a) Seccionamento de barras e de redes: com essa medida é possível limitar os níveis de corrente de curto-circuito monofásico e trifásico.
- b) Radialização de circuitos: aumenta a impedância entre as fontes de contribuição, reduzindo a corrente de curto
- c) Chaveamentos seqüenciais de alimentadores: com a transferência de disparo de disjuntores, é possível fazer com que certos disjuntores de terminais de alimentadores abram primeiro que o disjuntor superado, aumentando, desta forma, a impedância de circulação da corrente de defeito, com conseqüente redução de seu valor.
- d) Desligamentos de geradores e compensadores síncronos: através desta medida, a contribuição dessas fontes, passa a ser nula.
- e) Alteração do aterramento de transformadores: modificando a rede de seqüência zero e limitando as correntes de defeitos monofásicos.
- f) Utilização de disjuntores com chaveamento controlado.
- g) Especificação de novos equipamentos de geração e de transformação com valores de reatância maiores que as usuais.

A aplicação das soluções definitivas requer estudos mais complexos do que aqueles necessários nas soluções provisórias. Além disso, sua execução é mais trabalhosa e requer um período mais longo. Estas soluções podem ser divididas nas seguintes ações: utilização de dispositivos limitadores de curto-circuito (DLCCs) e a recapitação ou substituição dos equipamentos superados. Dentre as soluções definitivas, a utilização dos dispositivos limitadores de corrente de curto-circuito (DLCCs) usualmente é uma solução mais econômica do que a troca ou até mesmo a recapitação das instalações superadas. Além disso, a substituição dos equipamentos superados pode também causar um impacto indesejável na operação dos sistemas elétricos devido aos desligamentos prolongados. Considerando esses pontos realçados anteriormente, de que as soluções provisórias podem criar outros problemas, tais como a redução da flexibilidade operativa e da confiabilidade do sistema, o planejamento da expansão deve analisar as alternativas e tecnologias existentes para limitação das correntes de curto usando os DLCCs.

2.0 - DISPOSITIVOS LIMITADORES DE CURTO CIRCUITO

Os dispositivos limitadores de corrente de curto ou DLCCs têm a função de limitar as correntes de curto-circuito cujos valores são superiores às características nominais das instalações existentes. A interrupção dessas correntes de curto-circuito pode ser feita diretamente através dos próprios DLCCs, em tempos extremamente rápidos ou através de disjuntores após a atuação de um DLCC que age apenas reduzindo a corrente de curto-circuito. Neste caso, a eliminação do defeito continua a ser realizada pelos disjuntores existentes com ou sem modificação nos esquemas de proteção (dependendo da tecnologia do DLCC empregado).

As referências (1 e 5) destacam que as principais características que devem ser observadas na escolha destes dispositivos são:

- a) Impedância reduzida ou nula para as correntes de carga, em condições normais de operação, baixas perdas e baixa queda de tensão;
- b) Impedância elevada para as correntes de curto-circuito com transição rápida da operação normal para o modo limitador;
- c) Rápida recuperação para o regime normal de operação, após a interrupção do defeito;
- d) Elevada confiabilidade e manutenção mínima;
- e) Dimensões reduzidas, visando sua instalação em uma instalação já existente;
- f) Reduzido custo.

A referência (4) divide os DLCCs em duas categorias principais: supercondutores e não supercondutores. Os DLCC's não supercondutores compreendem os reatores série convencionais (manobráveis ou não), dispositivos eletrônicos de potência com reatores de série convencionais ou uma combinação de capacitores e reatores, dispositivos pirotécnicos etc. Do ponto de vista, de utilização pelo mercado, os DLCCs segundo a referência (6) podem ser classificados em: DLCCs com ampla experiência de uso, DLCCs disponíveis no mercado com experiência de aplicações específicas e DLCCs em fase de pesquisa e desenvolvimento.

3.0 - DLCCS COM ELEVADAS APLICAÇÕES EM SISTEMAS ELÉTRICOS EXISTENTES

Os DLCCs com ampla experiência de aplicações no Brasil e no Mundo são os reatores limitadores série, os dispositivos perotécnicos e o HVDC (conversores de fonte de corrente). Os reatores limitadores de corrente de curto-circuito de núcleo de ar, ou RLCs, são os dispositivos mais usados na limitação de correntes de curto-circuito e são geralmente os de mais baixo custo entre os DLCCs. As aplicações e experiência de uso dos RLCs no Brasil são bem amplas, indo desde as aplicações no nível de 13,8 kV, em serviços auxiliares de usinas e subestações, até sistemas de EAT (extra alta tensão) em 138 kV, 345 kV e 500 kV.

Dentre as desvantagens da utilização desses reatores é possível destacar a introdução de perdas e quedas de tensão mais acentuadas além de exigir espaçamentos significativos ao redor dos RLCs devido ao elevado campo magnético produzido por estes dispositivos. Com isso, as distâncias a serem mantidas entre as fases poderão inviabilizar a instalação de um RLC em subestações que, por exemplo, apresentem problema de espaço. A referência (7) destaca ainda que a presença de uma indutância série concentrada no sistema elétrico pode acarretar uma elevação da tensão de restabelecimento transitória (TRT) através dos contatos do disjuntor e que a utilização de reatores de núcleo de ar para limitar a corrente de curto circuito ainda pode elevar significativamente a taxa de crescimento da tensão de restabelecimento transitória (TCTRT) por causa de sua elevada impedância de surto. (alguns milhares de ohms). Sendo necessário em alguns casos, a instalação de capacitores shunts de cada lado do reator para evitar que as características nominais relativas a TCTRT sejam excedidas. Os reatores a série são empregados em três tipos de configurações: interligando barramentos (Figura 1 – A), em série com os alimentadores chegando ao barramento (Figura 1 – B), ou em série com os alimentadores saindo do barramento (Figura 1 – C).

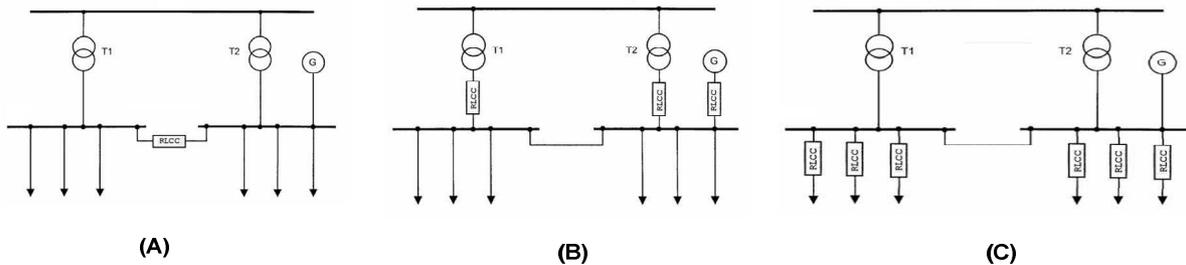


Figura 1 – Configurações usuais de instalação de RLCC de acordo com a referência (8)

Outro DLCC amplamente utilizado desde os anos 50 no mundo e a partir dos anos 90 no Brasil, são os dispositivos pirotécnicos. No Brasil as principais aplicações desses dispositivos foram em indústrias que passaram a ter em suas plantas um sistema de cogeração como a Cia Açucareira Vale do Rosário, a ARACRUZ e a ACESITA. Os dispositivos pirotécnicos são equipamentos capazes de interromper correntes de curto-circuito elevadas, em tempos extremamente rápidos, menos de $\frac{1}{4}$ de ciclo. Isto se deve ao fato de que estes dispositivos possuem como elemento de interrupção da corrente de curto, cargas explosivas e elementos fusíveis. Dispositivos que possuem sistemas mecânicos de interrupção, como por exemplo, os disjuntores, não seriam capazes de interromper correntes tão elevadas em tempos tão curtos. Esta rápida interrupção pode, portanto, evitar que equipamentos sejam danificados já que a eliminação das correntes elevadas ocorreria antes mesmo de se atingir as capacidades de interrupção dos disjuntores que já estariam superados. (Erro! Fonte de referência não encontrada.)

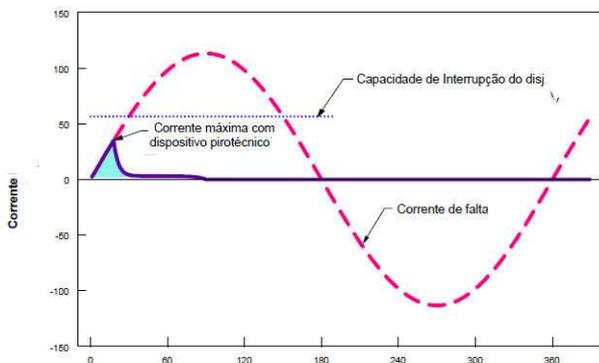


Figura 2 – Atuação do dispositivo pirotécnico

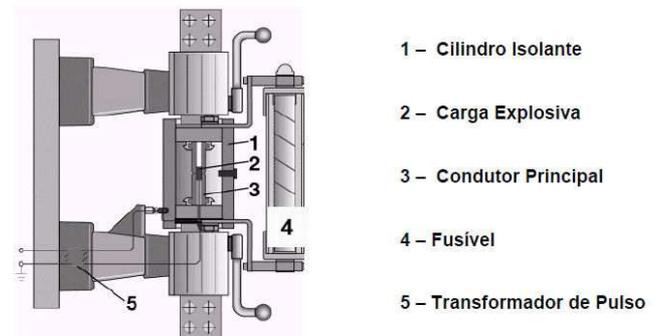


Figura 3 – Dispositivo pirotécnico da ABB

Os dispositivos pirotécnicos são constituídos por duas câmaras em paralelo de acordo com a referência (4) e apresentado na Figura 3. Uma câmara contém um condutor de cobre que conduz a corrente de carga normal do circuito. Esse barramento pode conter um ou mais estrangulamentos, sob os quais cargas de explosivo são detonadas, por sensores alimentados por transformadores de corrente (TCs) localizados na própria barra, quando a corrente cresce bruscamente devido a ocorrência de um curto-circuito. A corrente de curto nesta câmara é então interrompida desviada para a outra câmara paralela onde a corrente de curto é totalmente extinta através do elemento fusível. (2)(6). As principais aplicações deste dispositivo estão relacionadas com a entrada de novos geradores ou transformadores provocando uma elevação natural (contribuição das novas máquinas) do nível de curto-circuito na subestação. Para se evitar, portanto, a troca completa das instalações desta subestação, pode-se instalar o dispositivo pirotécnico evitando assim a contribuição desta nova fonte geradora na hora do defeito. Uma desvantagem desta solução está na necessidade de se retirar de operação toda a geração, após a interrupção do defeito, para a substituição do elemento fusível e da câmara do barramento de cobre. Esta desvantagem pode ser mitigada pelo uso de reatores em paralelo com o dispositivo pirotécnico. Neste caso, durante a ocorrência de um

defeito, a atuação do dispositivo pirotécnico faz com que o reator seja inserido no circuito, reduzindo o valor da corrente de curto-circuito dentro dos limites de interrupção do disjuntor do circuito onde ocorreu a falta. A Figura 4 mostra a configuração descrita.

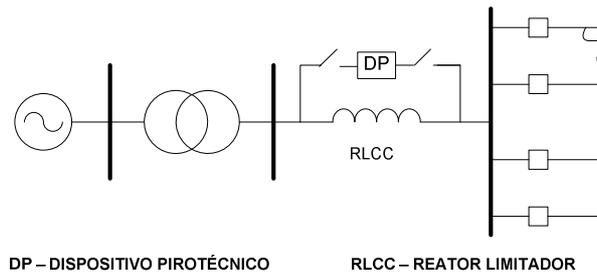


Figura 4 – Dispositivo pirotécnico com reator limitador série

4.0 - DLCCS COM REDUZIDAS APLICAÇÕES EM SISTEMAS ELÉTRICOS EXISTENTES

De acordo com a referência (8) os seguintes DLCCs foram adotados em aplicações específicas ou em pequeno número de projetos em sistemas elétricos existentes: dispositivos com tecnologia FACTS (“Flexible AC Transmission System”), supercondutores (usados em baixa e média tensão) e sistemas de conversão em corrente contínua baseados na tecnologia dos conversores de fonte de corrente e o .

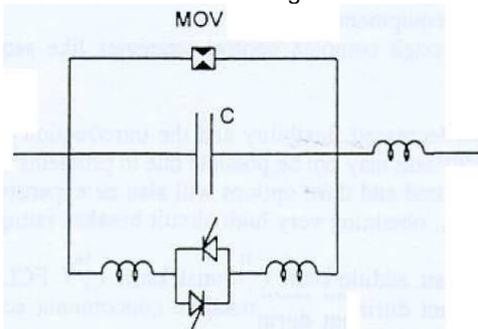


Figura 5 – FACTS como limitador de curto-circuito

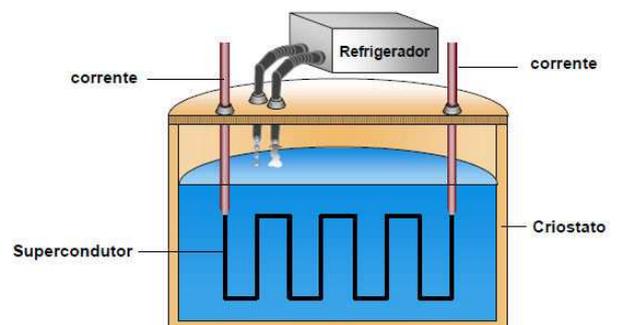


Figura 6 – DLCC usando supercondutor resistivo

Dos dispositivos FACTS usados como DLCCs destacam-se a utilização de capacitores série em paralelo com reatores controlados a tiristores (“Thyristor Controlled Series Compensators – TCSC”). Na operação normal usualmente a impedância vista no final da linha é capacitiva e o ajuste do ângulo de disparo permite a variação da reatância capacitiva, controlando assim o fluxo de potência. Quando uma falta ocorre, ajustando-se o ângulo de disparo dos tiristores a impedância vista pela rede passa a ser indutiva reduzindo a corrente de falta. Para desempenhar as funções de limitador de corrente de curto-circuito, o TCSC tem que ser dimensionado para suportar as correntes de curto e apresentar uma alta impedância indutiva. A Figura 5 apresenta o esquema básico do TCSC para limitar correntes de curto-circuito, que pode ser simplificado retirando-se o MOV (“Metal Oxide Varistor”) e deixando que os próprios tiristores protejam o capacitor série das sobretensões causadas pelas correntes de falta. Além do TCSC é possível ainda destacar o uso do TPSC (“Thyristor Protected Series Compensation”), com um reator externo série. Durante o curto, o capacitor é retirado do circuito através da chave semi-condutora e a impedância equivalente passa a ser indutiva limitando a corrente de curto-circuito.

Embora os supercondutores desde de 1986 passaram a ser pesquisados intensivamente em aplicações para sistemas elétricos de potência, apenas a partir de 1996, o primeiro supercondutor limitador de curto-circuito (SLCC) foi instalado, na Suíça, em uma planta industrial de 10,5 kV com uma potência instalada de 1,2 MVA, relatado na referência (8). De acordo com as referências (2) e (8) são basicamente, três tipos de SLCC: resistivo, indutivo e os híbridos. O DLCC supercondutor resistivo (Figura 6) trabalha com temperaturas em torno de 77⁰K (temperatura do nitrogênio líquido), sendo montado diretamente em série com o circuito a ser protegido. Seu princípio de funcionamento se baseia na variação rápida da resistência do cabo com a violação de um dos parâmetros que determinam a região de supercondutividade (temperatura, densidade de corrente e campo elétrico). Na operação normal a resistência tem impedância praticamente nula. Quando da ocorrência de um curto-circuito, a densidade de corrente aumenta, atingindo um valor crítico, a temperatura aumentará, fazendo com que o material saia da região de supercondutividade e com isso em tempos inferiores a 1 ms, uma resistência seja inserida no sistema reduzindo de forma considerável e rápida, a corrente de curto. podem ser alcançados entre a ocorrência do curto-circuito e sua limitação. Nos primórdios desses dispositivos existiam dificuldades para prevenir seu aquecimento excessivo, exigindo um dispositivo de manobra ligado em série. Nos dispositivos mais recentes, essa limitação vem sendo reduzida e a temperatura retorna ao seu estado de supercondutividade original.

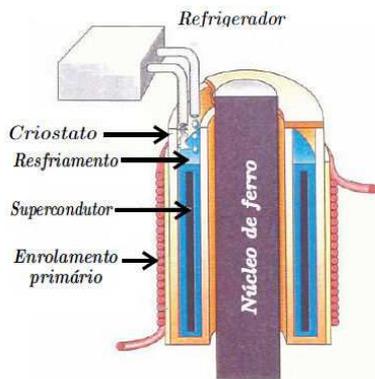


Figura 7 – DLCC usando supercondutor indutivo

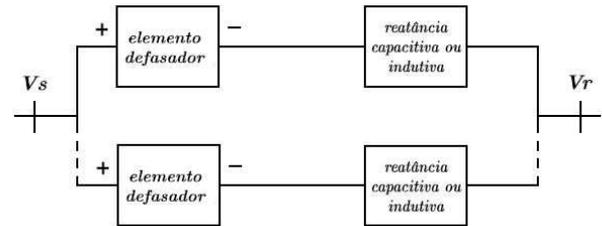


Figura 8 – Circuito simplificado de um IPC

O DLCC supercondutor indutivo é basicamente um pequeno transformador cujo enrolamento primário é um enrolamento convencional. O enrolamento secundário consiste usualmente de uma única espira de material supercondutor. O campo magnético do enrolamento primário é impedido pelo supercondutor de circular pelo núcleo de ferro durante a operação normal, fazendo com que sua impedância seja baixa. Durante o curto o campo magnético crítico é superado, estabelecendo uma impedância elevada no dispositivo limitando a corrente de curto-circuito. A Figura 7 mostra os componentes básicos de um SLCC indutivo. O terceiro tipo de DLC supercondutor são os híbridos que consistem numa combinação dos dois tipos anteriores. Segundo a referência (8) as vantagens desses dispositivos são as flexibilidades que eles possuem pela fácil variação dos parâmetros físicos, elétricos e magnéticos e como desvantagens principais o tamanho e o peso.

Dentre os DLCCs com projetos implantados recentemente estão o uso da tecnologia IPC (*“Interphase Power Controllers”*), cuja primeira aplicação relevante está sendo implantada no sistema de transmissão da New York Power Authority (NYPA) sendo segundo a referência (6) uma solução promissora para limitar as correntes de curto-circuito em situações de superação de equipamentos em subestações regiões urbanas com problemas de espaço físico. Esta tecnologia foi desenvolvida pela ABB em conjunto com a Hydro Quebec. A tecnologia IPC compreende uma família de dispositivos que se caracterizam por serem conectados entre duas barras e possuem, pelo menos, dois ramos paralelos. Um dos ramos contém uma reatância indutiva e o outro uma reatância capacitiva, podendo cada qual estar em série com um elemento defasador. Esse defasamento pode ser obtido através da utilização de transformadores defasadores, ligações de transformadores com defasamentos distintos ou ainda pela conexão entre fases diferentes de dois sistemas síncronos. Um circuito equivalente simplificado de um IPC é apresentado na Figura 8. Na operação normal o ramo capacitivo é preponderante e durante o curto o ramo indutivo passa a ditar sua impedância.

Existem também os limitadores baseados em elos de corrente contínua como o HVDC (*“High-Voltage Direct Current”*) convencional (uso de conversores de fonte de corrente) e o HVDC baseado em fontes de tensão. Como os sistemas de corrente contínua não contribuem para o aumento dos níveis das correntes de curto circuito eles são indicados quando o fato causador da limitação de curto circuito é o aumento das interligações nos sistemas elétricos. A referência (8) destaca ainda que existem alguns dispositivos em fase de pesquisa e desenvolvimento com alguns protótipos em fase de testes baseados em supercondutores para aplicações em alta tensão e disjuntores com abertura rápida desenvolvidos com a tecnologia de chaves eletrônicas.

5.0 - ESTUDO DE CASO E ANÁLISES EFETUADAS

Para uma avaliação das alternativas de limitação de curto circuito causadas por um montante elevado de geração termelétrica e eólica leiloadas, adicionamos mais 1.000 MW, aos mais de 1500 MW previstos para serem implantados na área de influência da SE Camaçari II nos próximos anos, associado ao já elevado nível de curto-circuito no barramento de 230 kV desta subestação.

As análises ficarão restritas a superação de disjuntores, e foram estendidas para contemplar os disjuntores das demais subestações da Rede Básica, existentes na área metropolitana de Salvador. Nas avaliações foram realizadas simulações usando os programas ANAREDE e ANAFAS do CEPEL e o EMTP/ATP. As avaliações dos custos envolvidos foram baseadas em consultas feitas aos fabricantes no Brasil e no exterior.

Dos estudos e análises efetuadas os seguintes aspectos precisam ser ressaltados:

- A geração termelétrica leiloadas foi toda inserida no sistema elétrico a partir de subestações e linhas de transmissão de 230 kV próximas a Subestação de Camaçari com reflexo direto na barra de 230 kV desta subestação. O reflexo da elevação dos níveis de curto nos disjuntores de 500 kV por conta dessa geração termelétrica não conduziu a nenhuma superação por corrente de curto circuito. Ficando as análises nos disjuntores de 230 kV e 69 kV da Subestação de Camaçari e das Subestações com linhas diretamente conectadas a barra de 230 kV dessa subestação.
- A utilização de DLCCs nos transformadores de 500 kV/230 kV não foram analisados pelo pouco impacto das

- contribuições vindas deles para a superação dos disjuntores de 230 kV é pouco significativa.
- c) Como a superação não foi causada por interligações de sistemas elétricos em linhas de capacidade de transmissão significativa, a utilização de links DC, dispositivos FACTS e dispositivos IPC não se mostraram efetivas e os custos obtidos inviabilizaram qualquer análise técnica mais detalhada desses DLCCs.
 - d) Não foi possível obter propostas para fornecimento de DLCCs supercondutores indutivos e híbridos. Para os DLCCs resistivos, um dos fabricantes solicitou informações adicionais e terminou não apresentando proposta preço até a conclusão deste texto.
 - e) Foram efetivas do ponto de vista técnico, entre as soluções tradicionais a instalação de reatores série e a separação de barras. Essas estratégias acarretam problemas como redução da segurança e da confiabilidade, e aumento das perdas na rede.
 - f) Soluções como recapacitação das instalações, radialização de trechos do sistema elétrico, utilização de transformadores de impedância mais alta e estratégias de chaveamento seqüencial se mostram inadequadas algumas por razões técnicas outras por custos elevados.

6.0 - CONCLUSÕES

A inserção de mais de 5000 MW de geração predominantemente térmica no Nordeste do Brasil e de para aproximadamente mais 1800 MW de geração eólica do Nordeste aliados a falta de qualquer exigência regulatória no sentido de definir a conexão mais adequada do ponto de vista de investimentos no sistema elétrico existente tem acarretado a uma elevação substancial dos níveis de curto circuito e da relação X/R em subestações de grande importância estratégica para o Sistema Interligado Nacional (SIN) na região Nordeste. Soluções tradicionais como recapacitação das instalações, radialização de trechos do sistema elétrico, utilização de transformadores de impedância mais alta se mostraram inadequadas. A utilização de reatores de série de núcleo de ar (RLC's) na separação das barras de 230 kV e de dispositivos pirotécnicos na baixa tensão da geração térmica e eólica introduzida foram as soluções que se mostraram mais adequadas.

Do ponto de vista de custos, a instalação de dispositivos pirotécnicos, apresentou menor custo global (aproximadamente 20%) mesmo levando em conta os elevados custos de importação desses componentes. Cabe ressaltar que a política de livre acesso a rede básica precisa ser aperfeiçoada no sentido de evitar situações como as que estão sendo vividas, onde incentivos fiscais tem levado a uma concentração excessiva de agentes de geração em pontos específicos do sistema elétrico. Adicionalmente é importante ainda relatar as dificuldades no modelo atual na implantação dos dispositivos pirotécnicos pelos agentes de geração e requerendo uma maior análise pela ANEEL e ONS no sentido de providenciar melhorias nos aspectos regulatórios para facilitar a implantação desses dispositivos o que certamente trará benefícios para toda a sociedade brasileira.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) GODOY, M. V. e F. R. Alves – “Critérios de Análise de Superação de Disjuntores de Alta Tensão quanto a Corrente de Carga, Curto Circuito e Tensão de Restabelecimento Transitório adotados pelo Planejamento CHESF a partir das novas revisões da Normas IEC e ANSI”. XIX SNTPEE, Rio de Janeiro, Outubro de 2007.
- (2) AMON F.,J, PERES, L. A. P., GOMES, R., ORÇAI J.- “Soluções e Perspectivas do Uso de Limitadores de Corrente para Controle do Fluxo de Potência e Redução das Correntes de Curto-Circuito” – VII ERLAC, Puerto Iguazú, Argentina, 1997
- (3) S. Fisher, H. Schmitt, R.R. Volkmar and Y. Brissette, “System Requirements and Test of Super-Conducting Fault Current Limiters”, 38º CIGRÉ, artigo 13-207, Paris, 2000.
- (4) AMON, F. J. e K. H. Hartung, “Aplicação de Novas Técnicas de Limitação de Curto-Circuito Face à Conexão de Produtores Independentes à Rede Básica sob o Novo Ambiente Desregulamentado do Setor Elétrico Brasileiro”, XVI SNTPEE – GSE/005, Campinas – São Paulo , Outubro, 2001.
- (5) AMON, F. J., “ Limitação de Curto Circuito: Experiência de Furnas e Análise de Novas Tecnologias Existentes e em Desenvolvimento cada vez mais necessárias para viabilizar a conexão de novos produtores independentes à rede básica”, IX ERLAC – Foz do Iguaçu, Brasil, 2001
- (6) HARTUNG, K. H.; GRAFE, V. Calculation of the tripping values for applications of Is-Limiters, 2000.
- (7) FUKAGAWA H., MATSUMURA T., OHKUMA T.,SUGIMOTO S., GENJI T., UEZONO H. (Japan) – “Current state and future plans of fault current limiting technology in Japan” - artigo 13-208 - 38ª Sessão Bienal da CIGRÉ, Paris, 2000
- (8) AMON. F. J., P. C. Fernandez, E. H. Rose, A. D’Ajuz, A. Castanheira – “Brazilian Successful Experience in the Usage of Current Limiting Reactors for Short-Circuit Limitation”. IPST Montreal, Canada June, 2005
- (9) WG 10 of Study Committee A3 Report: “Fault Current Limiters in Electrical Medium and High Voltage Systems”.February 2003.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Methodio Varejão de Godoy

Nascido no Recife, PE em 20 de maio de 1959. Graduado em Engenharia Elétrica em 1982 pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestrado em Engenharia Elétrica em 1995 pela UMIST (Manchester na Inglaterra) e Doutorado em 2006 pela UFPE. Engenheiro da Divisão de Estudos de Alta Tensão do Departamento de Estudos de Sistema da CHESF e Professor do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Pernambuco desde 1982.