

8

Conclusão e Sugestões para Trabalhos Futuros

Foi introduzida a teoria básica sobre estabilidade de tensão e apresentadas situações em que pode ser observado o controle de tensão com efeito oposto ao usual, utilizando um sistema-teste simples, com um gerador, uma linha de transmissão e uma carga.

Ainda utilizando sistemas-teste simples, foram deduzidas as respostas usuais de um sistema para manobras de tapes de transformadores. Caso o transformador tenha tapes no seu lado primário, para aumento da relação de transformação, é normal um acréscimo da tensão primária e uma diminuição na secundária, se nenhuma destas tensões for controlada remotamente. No caso da diminuição da relação de transformação, ocorre o inverso. Ou seja, o módulo de tensão controlada e o tape do transformador têm, usualmente, relação inversa. Neste trabalho, apenas os transformadores com tapes no primário foram utilizados.

Foi também demonstrada a atuação usual de um compensador estático de potência reativa (CER) num sistema elétrico. Ao aumentar a susceptância ou o ângulo de disparo do equipamento, há um aumento da tensão da barra que o CER está conectado (ou da barra controlada remotamente). Logicamente, a causa inversa (diminuição da susceptância ou do ângulo de disparo do CER) causa uma diminuição na tensão da barra controlada pelo CER.

Ainda utilizando sistemas-teste, foi demonstrado que a modelagem da carga influencia a resposta do sistema às perturbações (variações da tensão de referência) causadas pelos equipamentos estudados. Ao utilizar cargas “potência constante”, o sistema é levado mais facilmente à região anormal de operação, nas simulações em regime permanente, onde as respostas são opostas às esperadas. Em compensação, há dificuldades na convergência do algoritmo da simulação dinâmica. Ao utilizar as modelagens “corrente constante” e “impedância constante”, não há possibilidade de se obter respostas opostas às usuais, embora seja possível convergir ambos algoritmos. No entanto, a carga

mista ZIP, que mescla os três tipos, reúne a característica dos três modelos e foi demonstrado que é a mais indicada para as simulações de estabilidade de tensão.

Utilizando sistemas-teste de maior porte foram demonstradas situações em que o sistema pode ser levado ao colapso causado por equipamentos de controle. Ao atuar automaticamente, a lógica de controle de um LTC não diferencia a região de operação em que se encontra o sistema: sua atuação é exatamente a mesma para ambos os lados da curva Vtape. Desta forma, ao tentar controlar a tensão de uma barra, o controle do transformador atua segundo sua lógica usual, porém estando na região de efeitos reversos, o sistema é levado em direção ao colapso de tensão. Até que o controle atinja seus limites e cesse sua atuação (se houver limites), uma atuação corretiva na região anormal acaba por degradar ainda mais o sistema. Quando o LTC opera de forma manual, sem uma lógica de controle, o mesmo acontece, porém a intervenção humana é mais capaz de diferenciar os efeitos da operação anormal do que o controle automático. Foi evidenciada uma mudança na resposta dos controles de tape para a tensão controlada, em outras palavras, uma mudança de região de operação, tanto nas simulações estáticas quanto nas simulações dinâmicas.

Simulações similares, em sistemas-teste ainda maiores foram executadas para compensadores estáticos de potência reativa. Novamente, as ações de controle, no caso a alteração da susceptância do compensador através da mudança do ângulo de disparo dos tiristores, tiveram respostas opostas às usuais para alguns pontos de operação. Porém, não foi possível mostrar este tipo de resposta em regime dinâmico. Os algoritmos das simulações estática e dinâmica convergiram para pontos de operação estáveis, porém em sentidos opostos, comparado com o ponto de operação inicial.

Os efeitos da operação na região anormal podem ser maléficos para um sistema de potência. Nos Procedimentos de Rede do Sistema Interligado Nacional brasileiro, normas que regem a operação e o planejamento do sistema brasileiro, não há ainda instruções para reconhecimento e operação de casos na parte inferior da curva SV. Todas as atuações dos operadores de tempo real no sistema elétrico são baseadas em estudos realizados em pontos de operação na região normal. Portanto, caso o sistema se encontre numa situação atípica, é provável que as medidas tomadas baseadas nas normas ajudem na degradação

do sistema. O caso se agrava quando são considerados equipamentos de controle, que estão sempre programados para atuar na região normal de operação.

8.1

Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, devem ser refeitas as simulações do Capítulo 7, utilizando-se outros programas de análise dinâmica, e outras simulações com o programa ANATEM afim de serem estudados os motivos da não conformidade entre as simulações estática e dinâmica quando o ponto de operação encontrava-se na região anormal.

É importante que as simulações sejam realizadas em sistemas de maior porte, podendo ser utilizado sistemas reais.