

Conclusões, recomendações e trabalhos futuros

O propósito desta dissertação é verificar a relação oposta entre a tensão de excitação e a tensão terminal de geradores e compensadores síncronos em simulações em regime permanente e no domínio do tempo.

Primeiramente é apresentada toda a teoria de estabilidade de tensão, de possibilidade de os controles de tensão funcionarem de maneira inesperada, provocando efeitos contrários, de índices de avaliação das condições da rede e índices que relacionam a grandeza física efetivamente utilizada para controlar a tensão e a tensão controlada.

Em seguida são apresentadas as características dos geradores e dos compensadores síncronos, necessárias para que se obtenha sucesso nas simulações de casos na região anormal de operação. Para as simulações em regime permanente é necessária a criação de uma barra fictícia, conectada à barra terminal do gerador / compensador síncrono por uma reatância síncrona, para que se possa observar os valores de tensão interna e tensão terminal. Nas simulações no domínio do tempo, essa barra fictícia não é necessária, pois o software já fornece a tensão de excitação (tensão interna) da máquina.

São apresentadas as características dos modelos de carga utilizados nas simulações e justificados os motivos para a utilização de um modelo "ZIP".

É mostrado que o modelo "impedância constante" não pode ser utilizado para simulações na região anormal de operação, pois as respostas nesse caso são semelhantes às da região normal.

É mostrado que o modelo de carga "potência constante" não deve ser utilizado, pois na simulação no domínio do tempo e região anormal, podem ocorrer dificuldades de convergência. Em alguns casos, com o ponto de operação na região anormal, há divergência antes mesmo da aplicação de alguma perturbação.

Tanto no sistema de 10 barras utilizado no Capítulo 4, quanto no sistema New England utilizado no Capítulo 5, as análises em regime permanente mostram que é possível ter pontos de operação na região normal, onde as manobras de controle de tensão têm o efeito esperado, e pontos de operação na região anormal, onde as manobras de controle de tensão têm efeito oposto ao esperado.

Nas análises no domínio do tempo no Capítulo 4, conclui-se que é possível verificar os fenômenos de estabilidade de tensão na região anormal de operação. Os resultados são coerentes já que confirmaram os obtidos na simulação em regime permanente, tanto para o ponto de operação na região normal quanto na anormal.

Uma sequência de comandos faz o sistema do Capítulo 4 apresentar respostas diferentes para o mesmo comando. É possível observar que o controle de tensão opera da forma esperada em alguns instantes, indicando a região normal de operação, e de forma inesperada em outros instantes, indicando a região anormal de operação. No entanto, o controle sempre opera para obter a tensão terminal desejada. É mostrada a mudança de região de operação.

Nas análises no domínio do tempo no Capítulo 5 não foi possível verificar os fenômenos de estabilidade de tensão na região anormal de operação. Apenas o resultado do ponto de operação na região normal coincide com o resultado da simulação em regime permanente. O ponto de operação da região anormal em regime permanente se comportou, no domínio do tempo, da mesma maneira que o ponto de operação na região normal, com as tensões interna e terminal variando sempre no mesmo sentido. É interessante notar, porém, que embora as tensões internas tenham variado em sentidos opostos nas simulações estática e dinâmica, ambos os algoritmos encontram soluções estáveis e diferentes, o que não é esperado.

Nos dois sistemas a atuação do controle de tensão ante a elevação de carga provoca uma oposição entre a tensão interna, subindo, e a tensão terminal, descendo. Isto não significa que o sistema esteja operando na região anormal, tratando-se apenas de uma correção da tensão para o valor pré-estabelecido. O mesmo ocorre no Capítulo 5 quando é elevada a tensão em

outras barras do sistema. Isto ocorre porque o controle atua no sentido de manter a tensão no valor de referência, pré-determinado.

Diante de todas essas simulações, é possível concluir que os fenômenos de estabilidade de tensão podem levar o sistema ao colapso, por tensão excessivamente baixa ou alta, devido a uma sucessão de ações de controle de tensão automáticas agindo de maneira inversa para obter o efeito esperado.

Como continuidade deste trabalho, é sugerida uma análise detalhada das equações envolvidas nas simulações para tentar justificar o porquê dos resultados diferentes encontrados nas simulações em regime permanente e no domínio do tempo.

É interessante que seja realizada também uma análise em sistemas reais com a atuação de vários controles de tensão.

Uma análise dos controles de tensão com a elevação de carga na região anormal é importante para verificar o afundamento da tensão provocado pelo aumento da carga e pela oposição desses controles ao mesmo tempo.