

## 6 Conclusão e Sugestões para Trabalhos Futuros

### 6.1 – Considerações Gerais

Nesta dissertação, um dos estudos realizados foi a análise do funcionamento dos modelos adotados pelo programa computacional EstabTen no cálculo dos índices de segurança de tensão das barras de carga, da barra *swing* e das barras associadas ao controle de tensão por geração variável de potência reativa.

Para as barras de carga, foi constatado que a modelagem do programa EstabTen está em concordância com a teoria de estabilidade de tensão, apresentando resultados coerentes com cada região de operação (normal, anormal e máxima carga) destas barras. No entanto, com relação à avaliação das condições de segurança de tensão das barras *swing*, comprovou-se que o programa EstabTen não possui nenhum modelo para considerar este tipo de barra. Deste modo, os resultados indicam que a barra *swing* opera sempre na região de máxima transferência de potência, resultado coerente com a teoria quando se considera uma única barra *swing*, mas incoerente do ponto de vista prático, já que muitas vezes é possível aumentar a geração de potência ativa nesta barra.

O modelo proposto para a análise de segurança de tensão das barras *swing* considera esta, no momento do cálculo dos índices de segurança de tensão, como uma barra de controle local de tensão, transferindo o status de *swing* para outra barra do sistema.

Com relação às barras associadas ao controle remoto de tensão por geração de potência reativa, foram propostos novos modelos para a avaliação das condições de segurança de tensão, sendo estes comparados com os modelos utilizados pelo programa EstabTen.

Para as barras de controle, o modelo proposto considera que, no momento do cálculo dos índices de estabilidade de tensão, tanto a barra de controle (tipo P) quanto a barra controlada remotamente (tipo PQV), são barras de carga (tipo PQ). Constatou-se que o modelo utilizado pelo programa EstabTen não é

coerente para analisar a estabilidade de tensão deste tipo de barra (tipo P). Comprovou-se que o modelo proposto indica corretamente a região de operação da barra de controle (tipo P) para o nível de carga correspondente.

O modelo proposto para avaliar as condições de estabilidade de tensão de barras de tensão controlada remotamente por geração de potência reativa é o mesmo que o modelo proposto para a análise das barras de controle. Ou seja, considera-se como sendo barras de carga, tanto a barra de controle (tipo P) quanto a barra remota (tipo PQV), no momento do cálculo dos índices de estabilidade de tensão. Constatou-se que o modelo utilizado pelo programa EstabTen é inconsistente com o desejado, devendo ser aplicado o modelo proposto, pois este é baseado em considerações mais adequadas do ponto de vista do estudo.

Outro assunto abordado neste trabalho, foi a implementação da modelagem para o controle de tensão local no processo de solução de fluxo de potência em coordenadas polares, utilizando-se uma formulação aumentada. Isto foi realizado através da adaptação do modelo para controle remoto de tensão [Passos Filho, 2000], que se caracteriza pela incorporação da equação de controle de tensão no problema básico de fluxo de potência, considerando a potência reativa gerada do gerador como uma variável de estado. Deste modo, obtém-se uma matriz expandida de ordem ( $2 \cdot n^{\circ}$  de barras + ( $n^{\circ}$  de barras PV)) a cada iteração do processo de solução.

O objetivo deste modelo é manter a matriz Jacobiana do problema original preservada, gerando flexibilidade para a inclusão ou retirada dos dispositivos de controle durante o processo iterativo. Com as equações linearizadas adicionais incorporadas ao sistema original tem-se uma formulação matemática mais robusta para a solução do problema.

Verificou-se também a aplicabilidade do modelo proposto e o de [Passos Filho, 2000] no processo de avaliação das condições de segurança de tensão, constatando-se a sua adequabilidade.

O último estudo abordado neste trabalho foi a tentativa de se desenvolver um modelo matemático que represente com maior exatidão, no processo de solução de fluxo de potência, os sistemas elétricos de potência que possuem múltiplos

barramentos *swing*. O modelo clássico de solução de fluxo de potência considera que, quando há múltiplas barras *swing*, os módulos e ângulos de fase das tensões destas barras são especificados.

No modelo proposto, especifica-se apenas o ângulo de fase de uma barra *swing*, como seria o adequado, deixando os ângulos de fase das outras barras *swing* livres para variar. Para que a matriz Jacobiana continue quadrada, deve-se incluir equações de controle no problema básico de fluxo de potência. Essas equações estabelecem que as relações iniciais das potências ativas geradas entre barras *swing* são mantidas constantes no resultado final do fluxo de carga. Em outras palavras, as perdas ativas na rede são distribuídas entre as barras *swing* de acordo com suas participações no despacho de carga (ainda sem considerar perdas).

## 6.2 – Sugestões para Trabalhos Futuros

Tanto a modelagem do problema do fluxo de potência como do cálculo dos índices de segurança de tensão devem sempre ser atualizadas para contemplar, por exemplo, novos tipos de equipamentos no sistema, novas práticas operacionais, e novas necessidades de estudos.