

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

A seguir serão apresentadas as conclusões e as observações para a realização de trabalhos futuros

7.1. Conclusões

Esta dissertação iniciou-se com a compreensão do fenômeno de estabilidade de tensão, através de um sistema de 2 barras. Verificou-se que existe um fluxo de potência máximo que pode chegar à barra de carga a partir do gerador, o qual está relacionado com o problema de estabilidade de tensão.

Mostrou-se que a “ponta de nariz” da curva ϕ constante no plano SV corresponde à máxima carga que pode ser alimentada. Essa máxima potência que pode ser transmitida para uma carga satisfaz a condição de que a impedância da carga é igual à impedância da linha de transmissão.

Verificou-se a existência de duas regiões de operação, a região normal de operação, correspondente à parte superior da curva ϕ constante no plano SV, e a região anormal de operação, correspondente à parte inferior, onde as ações de controle podem ter efeito oposto ao esperado quando a carga é modelada como potência constante.

Foram apresentadas quatro ferramentas analíticas de avaliação das condições de estabilidade de tensão e, posteriormente, foram testadas em seis sistemas-testes, obtendo-se índices que permitem identificar e comparar o desempenho destas ferramentas ao se avaliar as condições de estabilidade de tensão e a distância elétrica desde o ponto de operação avaliado até o ponto de máximo carregamento.

Tabela 7.1: Comparação Métodos de Avaliação de Estabilidade de Tensão

	Matriz D'	Índice L	Vetor Tangente	Autovalor/vetor/Fator de Participação
Calculo de índices para barras PV	X			
Calculo de índices para barras PQ	X	X	X	X
Margem	X	X		
Identificação de barras Críticas	X	X	X	
Identificação da região de operação	X	X		X
Índice de Influencia	X	X		

Concluiu-se que o método da Matriz D' é a ferramenta mais eficiente no estudo da estabilidade de tensão de um sistema de energia elétrica, entre as quatro ferramentas apresentadas e analisadas. Isto se deve, primeiramente, ao fato desta ferramenta permitir o cálculo de índices de estabilidade de tensão não só para barras de carga, mas também para barras de tensão controlada, o que a torna mais abrangente se comparado aos demais. Na literatura, o problema de estabilidade de tensão está sempre associado à máxima carga que poder ser alimentada pela rede elétrica, raramente é dito que o fenômeno pode estar associado a barras de tensão controlada ou que o controle de tensão pode ter efeito oposto ao esperado na operação do sistema.

O método do Índice L demonstrou um bom desempenho, e juntamente com o método da matriz D', são os únicos que propõe uma margem que mede a distância elétrica do ponto de operação ao ponto de máximo carregamento.

O método do Vetor Tangente identificou, na maioria dos casos, as mesmas barras de carga que o método do Índice L. Entretanto, a informação fornecida por este método não informa a proximidade do ponto do máximo carregamento.

O uso do menor autovalor e autovetores associados, assim como fatores de participação, identificaram em todos os níveis de carregamento as mesmas barras de carga que os métodos Vetor Tangente e Índice L para os sistemas de 6 e 14 barras. No entanto, a partir do sistema de 30 barras até o de 118 barras, começa a ter divergências nos seus resultados quando estes são comparados com os resultados

dos outros métodos. Isto se deve à grandeza do menor autovalor escolhido para o cálculo dos fatores de participação e de quão próximos estão os demais autovalores. Por exemplo, no caso de existir uma diferença notável entre o primeiro menor autovalor e o segundo menor autovalor e que, posteriormente, com o aumento do nível de carregamento, subitamente o segundo menor autovalor fique menor que o primeiro, os fatores de participação apontariam para barras totalmente diferentes, divergindo do resultado dos demais métodos.

O teste com limites de geração mostra como o ponto de máximo carregamento do FPC pode ser atingido repentinamente quando e algum dos geradores do sistema alcança seus limites de geração, fazendo com que uma barra de tensão controlada PV, passe a ser uma barra de carga PQ. Assim que, quando se consideram limites de geração, se faz mais difícil calcular IETs que mostrem com exatidão o momento que vai se sofrer problemas de instabilidade de tensão.

7.2. Trabalhos Futuros

Algumas sugestões de possíveis temas a serem desenvolvidos, visando a continuidade da pesquisa, são:

- Dado um ponto de operação “precisamente” no máximo carregamento, cada método usado para localização das barras críticas tem seus próprios erros numéricos causados pelas operações aritméticas efetuadas. Da mesma forma que foi observado em certo teste que o método da matriz D' pode fornecer resultados completamente diferentes para o mesmo ponto de operação devido a erros numéricos, é possível que o mesmo ocorra com os outros métodos. Isso precisa ser investigado.
- Deve-se investigar a correlação entre a margem sistêmica e o critério (ou margem) nodal. Por exemplo, estabelecer ponto de operação com margem mínima sistêmica e calcular margens nodais. É preciso concluir sobre a aplicabilidade e adequação da margem fixa mínima sistêmica. Se uma margem nodal é negativa, qual seria a nova (e

maior) margem sistêmica para torná-la positiva? Se todas as margens nodais são maiores que, por exemplo, 6%, qual seria a nova (e menor) margem sistêmica?

- Verificar a oportunidade do critério: a margem mínima nodal no caso-base deve ser tal que, no evento de qualquer contingência, as margens nodais continuam positivas. Verificar em pontos de operação onde esse critério esteja obedecido, qual seria a margem sistêmica.