

1

Introdução

1.1. Considerações Gerais

O crescimento da população, o contínuo desenvolvimento econômico e os avanços tecnológicos no mundo trouxeram como consequência o incremento da demanda de energia. Tornou-se necessária a expansão do sistema, com a finalidade de manter o fornecimento de energia com um elevado grau de qualidade e segurança.

Uma das soluções tradicionais foi inserir capacitores na rede de transmissão, tendo como resultado a possibilidade de transferir maior potência a níveis de tensão adequados. No entanto, o uso acentuado destas fontes de potência reativa para compensar o aumento na demanda de energia elétrica, associado a uma expansão de transmissão limitada por razões econômicas e ambientais, deu origem ao problema de estabilidade de tensão [1].

Estabilidade de tensão é definida como a capacidade de um sistema elétrico de se manter em um estado de equilíbrio, em condições operativas normais, e de também alcançar este estado após ter sido submetido a uma perturbação. Um sistema perde o controle de tensão quando uma perturbação, um aumento na demanda de carga, ou outro tipo de alteração nas condições do sistema, causa um declínio progressivo e incontrolável na tensão [2].

A maior evidência do problema de estabilidade de tensão é a existência de uma máxima carga que pode ser alimentada pela rede de transmissão. Entretanto, na atualidade sabe-se que o problema também pode manifestar-se pela existência de uma máxima injeção de potência ativa e reativa na rede (por geradores e compensadores).

O problema de “estabilidade de tensão” tem recebido muita atenção, já que vários incidentes (*blackouts*) têm sido registrados em diferentes países de América do Sul, Norte América, Europa, etc.

Alguns exemplos de ocorrência de problemas associados à estabilidade de tensão são descritos em [1, 3]:

- 05 de julho de 1990 em Baltimore e Washington, EUA
- 14 de dezembro de 1994 na área do WSCC, EUA
- 02 de julho de 1996 na área do WSCC, EUA
- 10 de agosto de 1996 na área do WSCC, EUA
- 24 de abril de 1997 no Sistema S-SE, Brasil
- 11 de março de 1999 no Sistema, Brasil
- 9 de maio de 2000 na área sul, Portugal
- 21 de janeiro 2002 Ilha Solteira, Brasil
- 1 de janeiro 2005 SE Cachoeira Paulista, Brasil
- 10 de novembro de 2009 Itaberá-SP, Brasil
- 22 de setembro de 2012 SE Imperatriz, Brasil

Neste contexto, surgiu a importância de se conhecer a proximidade ao ponto de máximo carregamento. A análise da estabilidade de tensão, ou como parece mais apropriado, da segurança de tensão, pode ser dividida em duas partes: a avaliação e, se necessário, o reforço. A ideia é, então, avaliar todas as barras do sistema em um determinado ponto de operação, e definir quais barras são críticas. A avaliação pode encontrar dois tipos de resultados distintos: i) barras críticas de tensão controlada, onde o efeito de ações de controle podem ter resultados oposto ao esperado e ii) barras críticas de carga, onde o fluxo de potência a ela chegando se encontra perto do máximo [4].

Uma vez que é detectada uma barra crítica (de carga ou de geração) em um determinado ponto de operação, o procedimento seguinte é determinar a sub-rede utilizada para transmitir potência ativa de ou para aquela barra, determinar os possíveis caminhos de transmissão existente de ou para aquela barra, identificar o caminho mais carregado, e achar o ramo de transmissão crítico, tendo como objetivo final a diminuição do fluxo de potência nesse ramo.

Este trabalho aborda, a partir da determinação da barra crítica via índices de estabilidade de tensão, a questão da determinação da sub-rede, dos caminhos de transmissão e do ramo a ter diminuído o fluxo de potência através dele.

1.2. Objetivos

Um dos objetivos deste trabalho é propor um método para a determinação do cálculo da sub-rede quando a barra crítica é uma barra de tensão controlada por compensador.

Um segundo objetivo é propor alternativas para isolar a sub-rede do resto do sistema, assim como isolar um caminho de transmissão do resto da sub-rede, sempre mantendo obedecidas as leis dos circuitos elétricos.

Um terceiro objetivo é propor alternativas para a determinação do caminho mais carregado dentro da sub-rede, assim como para a determinação do ramo do caminho mais carregado a ter seu fluxo diminuído.

1.3. Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por seis capítulos, os quais são descritos em linhas gerais a seguir.

No Capítulo 2 é apresentada a teoria do limite de estabilidade de tensão e dos índices de avaliação das condições da rede de transmissão: módulo e sinal do determinante da matriz $[D']$ e os índices Margem de Potência e β .

No Capítulo 3 é apresentada a teoria dos caminhos de transmissão e a escolha do ramo crítico, com dois exemplos que foram desenvolvidos em trabalhos anteriores, os quais serviram de base para o estudo e desenvolvimento desta dissertação.

No Capítulo 4 é apresentada a avaliação dos caminhos mais carregados para um sistema de 34 barras tendo como barra crítica uma barra de carga e depois uma de geração. Propõe-se a determinação da sub-rede para a barra crítica de tensão controlada. Além disso, são apresentados os resultados de diversos testes feitos com modificações do método descrito no Capítulo 3, referentes ao isolamento da sub-rede, dos caminhos, e na determinação do caminho mais carregado e do ramo crítico.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho. Além disso, são apresentadas propostas de trabalhos futuros a partir desta dissertação.