

## 7 Conclusões

Em relação à ferramenta de avaliação das condições de segurança de tensão, o cálculo do determinante de  $[D']$  para todas as barras do sistema brasileiro S/SE de 1758 barras leva 3,98 segundos em um microcomputador Pentium II de 300 MHz. Para uma melhor idéia do que este tempo significa, a obtenção do ponto de operação por um algoritmo de fluxo de carga consistiu em 5 iterações do método de Newton e levou 0,11 segundos.

Esta dissertação apresentou soluções para os problemas a seguir.

i) A interpretação do índice  $S_m$  que agora é lido como "uma estimativa da potência aparente que estaria sendo injetada na barra  $i$ , calculada no ponto de operação em análise, caso este fosse o ponto de máxima injeção".

ii) A interpretação quando  $S_m < 0$ .

Uma situação crítica deste porte em uma certa barra é acompanhada por várias outras barras adjacentes. Uma diminuição da carga (de  $S_i$ ) em algumas dessas barras levariam todas elas a operar em uma situação mais favorável, com  $S_m > 0$  e, na melhor das hipóteses com  $S_m > S_i$ .

iii) A interpretação da "distância" entre  $S_m$  e  $S_i$ .

Na região normal de operação, a margem de potência ( $S_m - S_i$ ), um valor positivo, deve ser lido como a quantidade em MVA que poderia ser "adicionada" a  $S_i$  para atingir a estimativa do máximo  $S_m$ .

Na região anormal de operação, a margem de potência ( $S_m - S_i$ ), um valor negativo, deve ser lida como a quantidade em MVA que deveria ser "retirada" de  $S_i$  para atingir a estimativa do máximo  $S_m$  de uma outra curva  $V \times P, Q$ .

No ponto de operação correspondente ao máximo carregamento, ( $S_m - S_i$ ) é nulo e, portanto, não há nada a adicionar ou retirar de  $S_i$  para atingir  $S_m$ .

iv) A definição e interpretação da margem de potência  $M$  e seus valores-limites superior e inferior.

Pode-se definir uma margem em p.u. ou em percentual. Esta margem será igual à unidade quando a potência injetada na barra "i" ( $S_i$ ) é nula, igual a zero quando a injeção é máxima ( $S_i = S_m$ ). Esta margem é definida como:

$$M = \left( \frac{S_m - S_i}{S_m} \right) = \left( 1 - \frac{S_i}{S_m} \right) \text{ em p.u. de } S_m, \quad \text{ou}$$

$$M = \left( \frac{S_m - S_i}{S_m} \right) = \left( 1 - \frac{S_i}{S_m} \right) \times 100\% \quad \text{em percentual de } S_m$$

e são válidas quando o ponto de operação estiver na região normal de operação. Por outro lado,

$$M = \left( \frac{S_m - S_i}{S_i} \right) = \left( \frac{S_m}{S_i} - 1 \right) \text{ em p.u. de } S_i, \text{ ou}$$

$$M = \left( \frac{S_m - S_i}{S_i} \right) = \left( \frac{S_m}{S_i} - 1 \right) \times 100\% \text{ em percentual de } S_i$$

são válidas quando o ponto de operação estiver na região anormal de operação.

Para um sistema multi-nó, com essa definição de margem, o valor desta varia de +100%, quando a operação é na região normal e  $S_i = 0$ , passa a zero quando na fronteira e  $S_i = S_m$ , e adquire valores negativos na região anormal de operação até -100% quando  $S_m = 0$ .

v) O ângulo  $\beta$  de defasagem entre os vetores gradientes dos fluxos de potência ativa e reativa, calculado a partir dos quatro elementos da matriz  $[D']$ . Verificou-se que:

- ✓  $0^\circ < \beta < 180^\circ$  na região normal de operação,
- ✓  $0^\circ > \beta > -180^\circ$  na região anormal de operação,
- ✓  $\beta = \pm 180^\circ$  ou  $\beta = 0^\circ$  no máximo carregamento.

No entanto, quando a barra em análise é de carga não há a ocorrência de  $\beta=0^\circ$  no máximo carregamento, pois o ponto de operação estaria na região de instabilidade angular. Todavia, quando a barra em análise é de geração, nada impede que  $\beta=0^\circ$  no máximo carregamento. De fato, os testes numéricos com o sistema brasileiro mostram a barra de Itaipu nesta situação.

A adequação e a aplicabilidade das soluções propostas são aferidas pelos resultados numéricos apresentados e que correspondem às área Rio do sistema brasileiro com condições de carga previstas para um futuro próximo. Foram explicadas as aparentes discrepâncias nos índices associados às barras do tronco de transmissão de Itaipu com compensação série.