16 a 18 de outubro de 2019 - Campinas | Brasil



Índice baseado em equivalentes de Thévenin para a avaliação das condições de estabilidade de tensão de sistemas elétricos de potência

Gabriel Fernandes Dias*, Carlos Alberto Castro Júnior.

Resumo

A proposta deste trabalho de pesquisa é estudar e implementar um índice eficiente baseado em equivalentes de Thévenin para a avaliação das condições de estabilidade de tensão de sistemas elétricos de potência. Este índice baseia-se na característica de máxima transferência de potência de circuitos elétricos lineares. O índice pode ser calculado para todas as barras do sistema em um dado ponto de operação, fornecendo uma estimativa rápida da margem de carregamento da rede, além de indicar as suas barras críticas.

Palavras-chave: Índice de estabilidade de tensão, Sistemas elétricos de potência, Equivalentes de Thevénin

Introdução

A estabilidade de tensão está associada à capacidade do sistema de manter perfis de tensões nodais adequados, tanto em condições normais como após distúrbios (contingências). Caso esta condição não seja satisfeita, ocorrerá o fenômeno da instabilidade de tensão, caracterizado por um grande afundamento nos perfis de tensão de algumas barras da rede. Caso não sejam tomadas as ações apropriadas, a instabilidade pode se estender a regiões vizinhas, resultando em um blecaute parcial ou total da rede.

A pesquisa buscou simplificar redes de pequeno a grande portes (como a do exemplo a seguir, de 14 barras) e utilizar um índice de estabilidade de tensão IET para indicar as barras mais críticas de um sistema elétrico de potência.

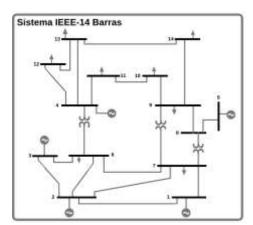
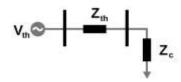


Figura 1. Diagrama do Sistema IEEE-14 Barras.

Escolhendo um ponto de análise e utilizando o circuito utilizando o método de Thévenin:



Então, utilizando o índice IET proposto, classificamos a criticidade do ponto escolhido.

$$IET = \frac{|Z_{Th}|}{|Z_c|}$$

- Se IET > 1: Sistema encontra-se na região instável de operação;
- Se IET = 1: Sistema operando no ponto de máximo carregamento;
- Se IET < 1: Sistema encontra-se na região estável de operação.

Resultados e Discussão

O comportamento do índice apresentado anteriormente em função do aumento do carregamento do sistema é apresentado na Figura 1.

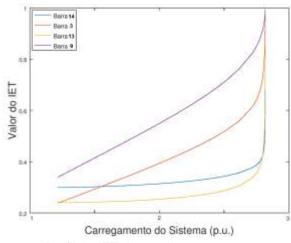


Figura 2. Perfil do IET de acordo com o carregamento.

A Barra-9 é eleita a mais crítica do sistema, portanto, sabe-se onde medidas corretivas podem ser tomadas de modo a evitar um colapso de tensão.

Conclusões

Com a utilização deste índice, é possível fazer uma estimativa precisa e em tempo real da margem de carregamento de sistemas elétricos de potência, otimizando o fornecimento de energia por parte das concessionárias e garantindo a segurança para a rede.

Agradecimentos

Agradecimentos à Universidade Estadual de Campinas, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC).