

Análise da Estabilidade de Tensão em Sistemas Elétricos de Potência

BIAZZI, R.R., BERNARDON, D.P., CENCI, B.R., DE LAZARI, G.M., LAZZARI, E.F., MILBRADT, R.G.

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

roberta.biazzi@hotmail.com, dpbernardon@ufsm.br, barbaracenci@gmail.com,
gustavodelazari@gmail.com, lazzari.f.eleonora@gmail.com, rmilbradt@gmail.com.

Resumo — O crescimento sempre constante de carga, suprido por parques geradores distantes, fez com que aumentassem os problemas relacionados à demanda de energia reativa requisitada pelo sistema e, por consequência, a manutenção dos níveis adequados de tensão. Neste contexto, este artigo vem com o intuito de mostrar importância do estudo sobre Estabilidade de Tensão para Sistemas de Potência, utilizando o Método do Fluxo Continuado para levantar as Curvas PV e QV e, assim, obter os dados de Margem de Estabilidade e o Ponto de Máximo Carregamento do sistema. Por fim, será apresentado um estudo de caso em cima da Rede IEEE 14 Barras, simulando pelo software ANAREDE a estabilidade em condições normais de operação e sob contingências em equipamentos ou linhas.

Palavras-chaves — Estabilidade de Tensão, Fluxo de Potência Continuado, ANADERE.

I. INTRODUÇÃO

Um Sistema Elétrico de Potência (SEP) deve operar em condições adequadas, com variações mínimas de tensão e frequência, fornecendo energia de forma econômica, ininterrupta e confiável às cargas. Entretanto, a necessidade de expandir o sistema elétrico, devido aumentos contínuos de demanda de energia e interligações, nem sempre é acompanhado de uma expansão física adequada da estrutura e pelo aumento da capacidade de transmissão, seja por escassez de recursos financeiros ou de restrições de natureza ambiental e regulatória. Situações como esta, levam o sistema a operar próximos aos seus limites operacionais.

O estudo sobre o conceito de estabilidade de tensão assume papel extremamente importante na área da Engenharia Elétrica, pois é a partir dele que se estabelece a fronteira entre a região de operação estável e instável do sistema, evitando inúmeros impactos negativos produzidos pela instabilidade, como a perda de uma área até sérios desligamentos (Backout). Em outras palavras, é possível determinar a quantidade de carga adicional que o sistema é capaz de transmitir sem que haja um colapso de tensão, conhecido como a Margem de Estabilidade de Tensão (MET) [1]. Também determinam-se alternativas para que, em casos de distúrbios, a rede continue operando de forma satisfatória.

Dentre os métodos utilizados pela literatura para a análise da estabilidade, neste presente trabalho será abordado o Método do Fluxo Continuado. De forma sucinta, esse método baseia-se em realizar gradativos incrementos de carga em um sistema,

até que seja atingido o limite de carregamento máximo por algumas das barras [2].

Os resultados do processo da continuação podem ser analisados pelas curvas P-V e V-Q geradas, onde mostram os dados de operação sob carga normal e o comportamento de toda a rede com os aumentos graduais de carga podendo, assim, estabelecer a margem de estabilidade para aquele sistema como também, valores de reativos adicionais que a rede necessita.

Com a finalidade de aplicar os conhecimentos estudados, será feito um estudo de caso simulando, com o software de Análise de Redes Elétricas (ANAREDE), a estabilidade de tensão da Rede IEEE 14 Barras, fornecido pelo grupo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) [3], sob condição normal de operação e após sofrer algumas contingências, como perdas de equipamentos importantes ou linhas.

II. ESTABILIDADE DE TENSÃO

A. Considerações sobre Estabilidade de Tensão

Os operadores do Sistema Elétrico têm a função de monitorar toda a rede com seus atuais fluxos de potência ativa e reativa bem como os níveis de tensões nos barramentos com intuito de garantir que os valores das grandezas permaneçam dentro dos limites aceitáveis de operação [2].

De forma geral, a estabilidade de tensão é a habilidade que o sistema tem de manter as tensões em todos os barramentos em níveis adequados, tanto de operação normal como também após ter sofrido algum tipo de perturbação [4]. Quando esse ponto de equilíbrio estável não acontece surge o problema de instabilidade onde, por operar em condições estressantes, o sistema acaba tendo uma progressiva queda ou elevação de tensão nos barramentos.

Um possível desdobramento deste processo são perdas de carga em determinadas áreas, desligamentos de linhas e equipamentos por atuação da proteção, levando o sistema a um desligamento em cascata.

As principais causas da instabilidade de tensão são:

- i. Incapacidade do sistema em manter um apropriado balanço de potência reativa e assim manter um nível adequado de tensão nos barramentos [4];
- ii. Linhas de transmissões muito longas, devido às distâncias entre as centrais geradoras e os grandes centros de consumo, ou sobrecarregadas; e

- iii. Dispositivos de controle de tensão dos geradores operando no limite e compensação de energia reativa insuficiente ou em excesso devido as falhas de coordenação.

As medidas corretivas ou preventivas contra um eventual colapso de tensão compreendem a aplicação de dispositivos de compensação de potência reativa, controle das tensões da rede e da geração de reativos pelos geradores, controle da mudança dos taps nos transformadores, corte de carga nas subestações e controle da MET [5].

B. Curvas PV e VQ

Para análise e operação de Sistemas de Potência, quando se trata do estudo sobre estabilidade de tensão, é imprescindível que se tenha conhecimento das condições normais em que o sistema opera, no sentido de quão distante ele se encontra de uma situação de instabilidade.

De uma maneira geral, as curvas determinam a quantidade de carga adicional que o sistema é capaz de suportar e transmitir sem que haja um problema de instabilidade ou, em situações mais críticas, um colapso de tensão. São obtidas a partir do perfil da tensão pelo nível de carga onde analisa-se um incremento de carga para todo sistema como para algumas regiões selecionadas [1].

1) Curva PV

A curva P-V relaciona a magnitude da tensão e a potência ativa de um determinado barramento [2], ou seja, mostra a variação da tensão em uma área, barra ou para o sistema inteiro em função do aumento de carga por sucessivos cálculos de fluxo de potência, até que o valor limite seja atingido.

A Fig. 1 mostra um exemplo de curva P-V, onde a parte superior da curva compreende valores de tensão de operação estável e a parte inferior, valores de tensão mais baixos e instáveis. O “nariz” da curva P-V representa o ponto crítico da curva ou ponto de máximo carregamento. Para incrementos de carga maiores ou iguais a PC, o sistema fica dependente de apenas um valor de tensão e é incapaz de fornecer potência reativa adicional, tornando-se instável [6].

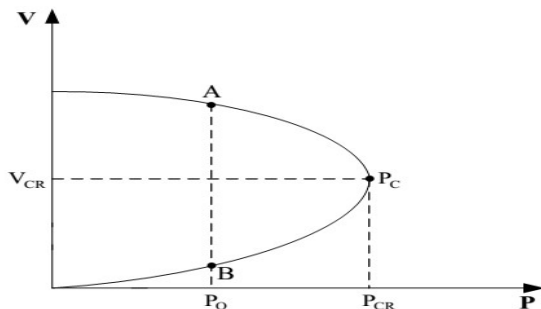


Fig. 1. Exemplo de Curva PV.

Após ter obtido o ponto crítico da curva, determina-se a margem de estabilidade do sistema, pois ela representa a distância entre o ponto de operação PO até o ponto de instabilidade PC. A tensão crítica Vcr corresponde ao valor da

tensão no momento em que foi atingido o valor de máximo carregamento para o sistema analisado.

2) Curva VQ

A relação entre a magnitude da tensão em uma determinada barra pela potência reativa injetada é determinada através da curva V-Q, onde o eixo das abscissas representa a tensão e, das ordenadas, a potência reativa injetada [2].

O gráfico da Fig. 2 é um exemplo típico de curva V-Q e simples de ser analisado. Considera-se nível crítico de tensão e o limite de estabilidade, o ponto mínimo da curva onde a derivada da potência reativa em relação a tensão é igual a zero. Ou seja, ponto a partir do qual tem-se uma diminuição da tensão com o aumento da geração de potência reativa.

A distância entre o eixo horizontal até o ponto mínimo da curva corresponde a margem de potência reativa do sistema onde, se esse ponto mínimo encontrar-se acima do eixo horizontal, o sistema pode ser considerado deficiente de potência reativa necessitando de equipamentos para fazer essa compensação. Caso o ponto crítico esteja abaixo, o sistema tem uma margem de reativos maior que zero [7].

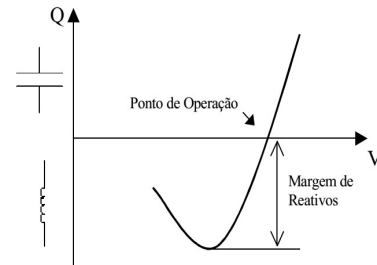


Fig. 2. Exemplo de Curva VQ.

C. Margem de Estabilidade de Tensão

Um importante índice adotado no estudo da estabilidade de tensão é a Margem de Estabilidade ou margem de carregamento. Por meio desta, determina-se qual a quantidade adicional de carga que levaria o sistema a uma situação de colapso de tensão [5]. Esse incremento de carga representa, na curva P-V, a distância entre o ponto de operação (Po) e o ponto de máximo carregamento (Pc), obtido por (1) e exemplificado pelo gráfico da Fig. 1.

$$MET = P_c - P_o \quad (1)$$

Por fim, a determinação da MET se resume em realizar pequenos incrementos de carga, recalculando o fluxo de potência a cada novo ponto de operação até que a extremidade da curva seja atingida.

D. Método do Fluxo de Potência Continuado

Várias são as ferramentas disponíveis pela literatura que são capazes de estimar a margem de carregamento de um sistema elétrico, proporcionando que operadores analisem de forma segura e confiável, a estabilidade da tensão nas barras com

relação ao seu carregamento atual, como também com um suposto acréscimo de carga.

Nesse propósito que entra o Método da Continuação, que tem como objetivo principal traçar os perfis de tensão com relação ao acréscimo de carga, do caso base até o ponto de máxima potência, fazendo o levantamento da curva PV característica. Desse processo podem ser obtidas a margem de estabilidade de tensão e informações adicionais sobre o comportamento das tensões das barras do sistema [2].

Para encontrar de fato o ponto de máximo carregamento da rede, os procedimentos mais utilizados na literatura são divididos em quatro etapas [7]:

- i. Passo Predictor: Responsável por encontrar uma estimativa para a próxima solução, determinando um passo, de dimensão apropriada, na direção do vetor tangente a curva PV;
- ii. Passo Corretor: Corrige a solução aproximada do passo predictor, fazendo com que o processo de interação convirja em um ponto na curva PV;
- iii. Tamanho de Passo: Usado para obter um melhor desempenho e aproximação do resultado. Depende do carregamento do sistema, por exemplo, regiões de carga pesada, próximo ao nariz da curva, menor deve ser o tamanho do passo; e
- iv. Parametrização: Objetiva eliminar a singularidade da matriz Jacobiana onde as técnicas mais utilizadas são a local, geométrica e de comprimento de arco.

III. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DA ESTABILIDADE DE TENSÃO

Tendo como proposta do trabalho a realização da análise da estabilidade de tensão, em regime permanente e em situação de contingências, foi utilizado o software de ANAREDE. O programa é voltado para análise de SEP, onde faz o estudo de operação e planejamento em redes.

A ferramenta de simulação do Fluxo de Potência Continuado, presente no programa, possui um algoritmo com quatro importantes critérios de parada de acordo com [8]:

1. Número máximo de resoluções do fluxo de potência, estabelecido pelo usuário (Parâmetro ICIT).
2. Valor de máximo incremento de carga, escolhido pelo usuário, que quando atingido, o programa para.
3. Constante de mínimo incremento de carga, quando o valor de incremento de carga for menor que o mínimo especificado pelo usuário, o programa para.
4. O usuário especifica o número máximo de vezes que o programa vai rodar o fluxo continuado sem encontrar convergências. Atingido esse valor, o programa para.

Outros parâmetros importantes que devem ser selecionados antes de rodar o fluxo são:

- Redução de passo (STEP);
- Limite de Geração Reativa;
- Limite de Tensão; e
- Plotagem de Curva QV.

Feito as configurações necessárias, o software está pronto para rodar o cálculo do fluxo continuado da rede e os resultados gráficos podem ser visualizados pelo programa PLOT CEPEL.

IV. ESTUDO DE CASO

A proposta desse estudo caso será a análise da estabilidade de tensão do sistema IEEE 14 Barras, disponibilizada pelo CEPEL juntamente com o software ANAREDE. As principais características do sistema IEEE 14 Barras são:

- 20 ramos: 17 linhas e três transformadores;
- 11 cargas: 259MW e 75 Mvar (barras 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13 e 14);
- 1 shunt capacitivo: 19 MVar na Barra 9; e
- Compensador Síncrono (CS): Barra 3 (40 MVar), Barra 6 (24 MVar) e Barra 8 (24 MVar).

Inicialmente, será abordado as características de operação da rede sob condições normais, analisando as curvas PV e VQ, margem de estabilidade, possíveis barras críticas e outras questões adicionais importantes no funcionamento adequado do sistema. Após, serão feitas simulações de contingências, retirando do sistema, propositalmente, elementos atuais para verificar o comportamento da margem de estabilidade.

A. CASO 1: Condição de operação normal da rede

1) Análise das curvas PV e Barra crítica

Executando o Fluxo de Potência Continuado em regime de operação normal da rede, obteve-se as curvas PV para as 14 barras do sistema com auxílio da ferramenta PLOT CEPEL.

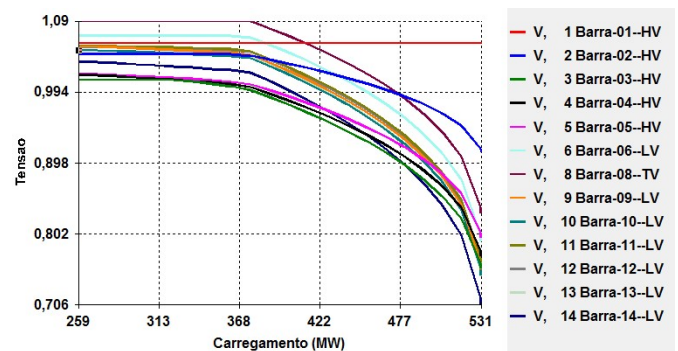


Fig. 3. Curvas PV para condição de Operação Normal.

Por meio da Fig. 3, observa-se que o carregamento total do sistema em condição normal equivale a 259MW. A Barra crítica, que levaria o sistema a uma situação de colapso, é a Barra 14, atingindo o carregamento máximo no valor de 531MW cuja a tensão correspondente a esse instante é igual a 0,706pu. A margem de estabilidade para essa barra equivale a 272MW em regime normal, isto é, a diferença do ponto crítico de operação (531 MW) em relação ao atual (259 MW).

Outro ponto interessante é a influência dos compensadores síncronos conectados nas barras 3, 6 e 8. O gráfico da Fig. 4 exemplifica as curvas das três barras, onde relaciona a potência

reativa injetada pelos compensadores a medida em que é feito o acréscimo de carga pelo fluxo continuado.

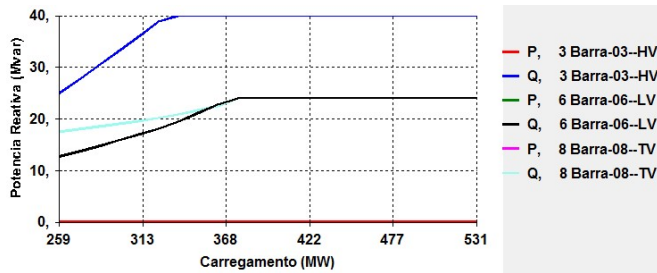


Fig. 4. Gráfico referente às barras 3, 6 e 8 com compensadores síncronos. Mostra a potência reativa injetada pelo aumento de carga.

Percebe-se, pela Fig. 5, que o compensador síncrono pertencente a barra 3 atinge 100% do seu limite de fornecimento de reativos (40MVar) em 336,7 MW, ponto que representa um acréscimo de aproximadamente 77 MW de carga adicional. Após esse instante, observa-se que a tensão na barra 3 começa a decair com o aumento do carregamento.

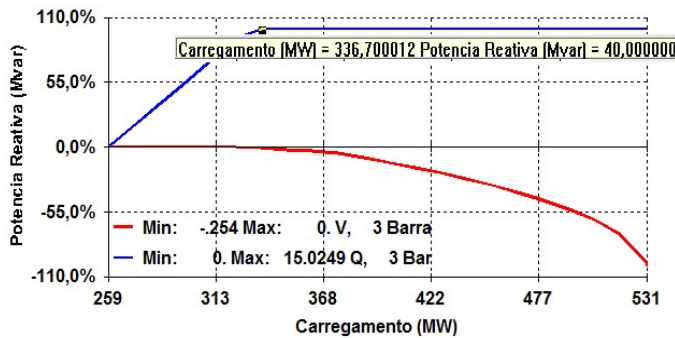


Fig. 5. Curvas referente a Barra 3; em Vermelho mostra o comportamento da tensão na barra com o aumento de carga; e em azul, a injeção de reativos pelo compensador síncrono vs carregamento.

2) Análise da Curva VQ

Uma das funções da curva característica VQ é fornecer a quantidade de reativo que a barra necessita para restabelecer a tensão de operação estável, após o sistema sofrer um acréscimo de carga. Depois de simulado o fluxo de potência continuado, percebe-se pela Fig. 6, que a tensão na barra crítica (14) descai para 0,706pu quando atinge seu limite de carregamento.

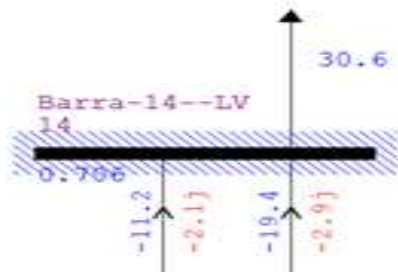


Fig. 6. Barra 14, crítica, após simulação do fluxo continuado.

A importância do estudo da estabilidade utilizando o método da continuação para o acréscimo de carga entra nesse ponto, onde determina-se a quantidade adicional de reativos que a barra irá precisar ao atingir seu limite de carregamento. No

gráfico da curva VQ da barra 14, representado pela Fig. 7, para a tensão ser restabelecida para 1pu, necessita de 43,48MVar de reativos adicionais.

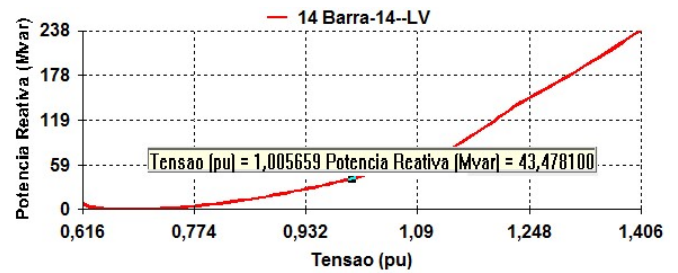


Fig. 7. Curva VQ da barra crítica (14) em regime de operação normal.

Alterando a configuração no software, acrescentando os 43,48MVar de potência reativa na barra 14 e rodando o fluxo de potência, tem-se a tensão restabelecida no valor de 1,009pu, como pode-se observar na Fig. 8. Logo, com o estudo da estabilidade, medidas preventivas podem ser adotadas sempre que necessário.

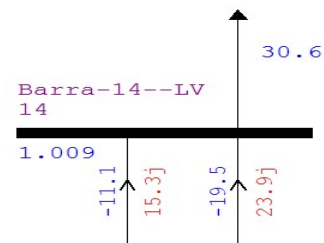


Fig. 8. Barra 14 após adicionar potência reativa de 43,48Mvar para restabelecer a tensão de 1pu.

B. CASO 2: Análise de contingências com perdas de Compensadores Síncronos

Foram simulados dois tipos de contingências envolvendo compensadores síncronos. A primeira envolveu uma contingência simples no CS da Barra 3, e a segunda uma contingência dupla, com a saída simultânea dos CS das Barras 3 e 6.

1) Perda do CS da barra 3

Retirando o compensador síncrono conectado a barra 3, de 40MVar, foi obtido os seguintes resultados:

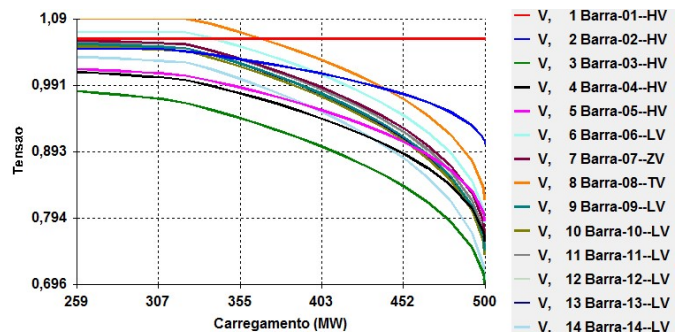


Fig. 9. Curvas PV da rede com contingência do CS da Barra 3.

Percebe-se que o ponto de máximo carregamento do sistema cai para 500 MW, se comparado com o regime de operação normal de 531 MW, estudado anteriormente. A barra crítica agora é representada pela Barra 3, onde a margem de estabilidade equivale a 241 MW.

2) Perda do CS da barra 3 e barra 6

Retirando dois compensadores síncronos simultâneos, das barras 3 (40Mvar) e 6 (24Mvar), foi obtido as seguintes curvas PV para as 14 barras:

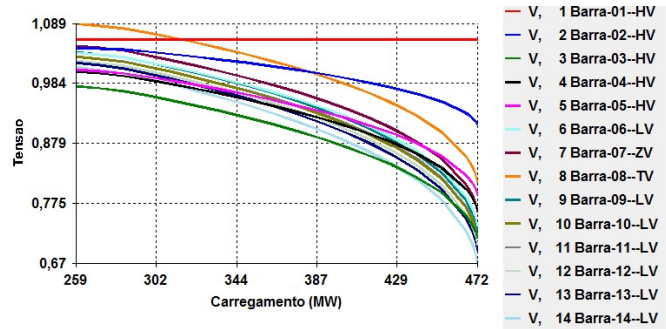


Fig. 10. Curvas PV com a saída dos CS das Barras 3 e 6.

Com um carregamento máximo de 472 MW, a margem de estabilidade diminui para 213 MW. Pela Fig. 10, percebe-se que quando o sistema atinge o ponto crítico da curva, a tensão na barra crítica (14) decai até um valor de 0,67pu.

C. CASO 3: Análise de contingência com perdas de Linhas de Transmissão

Envolveram simulações primeiramente com saída isolada da linha que interliga as barras 2 e 3 e, um segundo caso, a saída conjunta das linhas LT 2-3 e LT 2-4.

1) Perda de uma Linha: LT 2-3

Os resultados obtidos na simulação da contingência da linha LT 2-3 podem ser analisados pela Fig. 11.

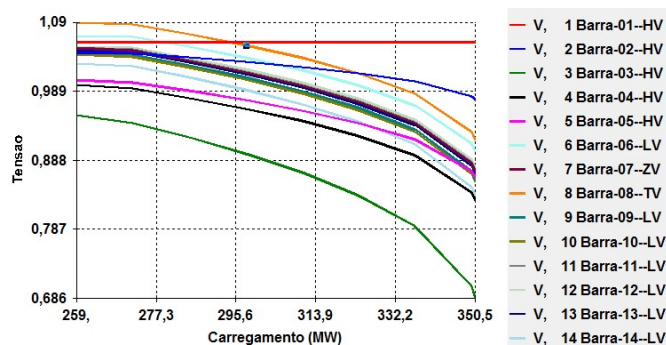


Fig. 11. Curva PV para as 14 barras com influência na perda da Linha 2-3.

O ponto crítico do sistema diminui de 531MW (operação normal) para 350,5 MW após a contingência. A margem de estabilidade é de 91,5 MW determinada pela barra 3, onde a tensão decai até um valor mínimo de 0,686pu.

2) Perda de duas Linhas simultâneas: LT 2-3 e LT 2-4

Com a ocorrência de uma contingência dupla nas linhas LT 2-3 e LT 2-4, obteve-se os seguintes resultados:

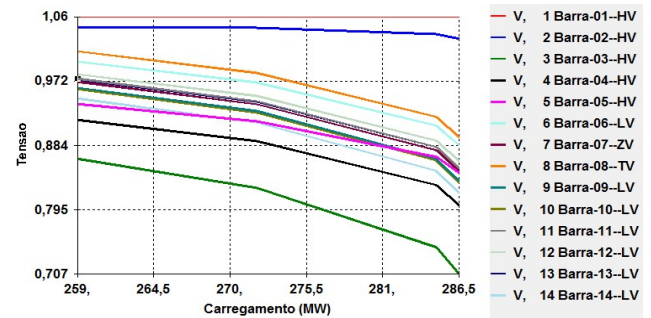


Fig. 12. Curvas PV com contingência nas LT 2-3 e LT 2-4.

Com o carregamento máximo atingido em 286,5MW, o valor de tensão crítica da barra 3 ficou em 0,707pu, e a margem de estabilidade do sistema caiu para 27,5MW, uma folga extremamente pequena para qualquer acréscimo de potência.

D. CASO 4: Análise de contingência com perda de banco de capacitor na barra 9

1) Perda do Banco de Capacitor da Barra 9

Simulando uma contingência simples no banco de capacitor da Barra 9 de 19MVar, obteve-se os seguintes resultados pela Fig. 13.

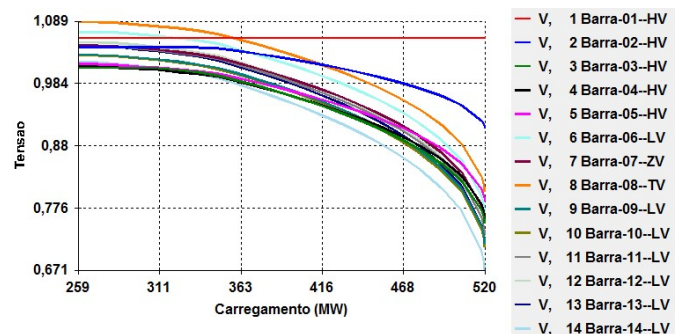


Fig. 13. Curvas PV após contingência no Banco de capacitor.

A saída do banco de capacitor diminuiu para 520 MW o carregamento do sistema, quando comparado com o carregamento em operação normal de 531MW, uma perda de 11MW de carga adicional. A margem de estabilidade fica no valor de 261 MW e o valor da tensão crítica da barra 14 decai para 0,671pu.

E. Casos de Instabilidade

1) Saída das Linhas 2-3, 2-4 e 5-4

Supondo que uma terceira linha (LT 5-4) entre em contingência junto com as LT 2-3 e LT 2-4, estudadas no Caso 3 anteriormente, onde obteve-se uma margem de estabilidade pequena de apenas 27MW. Nessa nova situação, o sistema entra em regime de operação instável e de colapso de tensão.

2) Saída das Linhas 2-3, 2-4 e Compensador Síncrono da Barra 3

Mantendo a contingência nas duas linhas de transmissão LT 2-3 e LT 2-4, estudada no Caso 3, e lembrando que a margem de estabilidade obtida foi de apenas 27,5 MW, simulou-se a saída, também, do compensador síncrono da Barra 3. Nessa situação, por não possuir uma margem de carga suficiente, o sistema ultrapassa o limite máximo de carregamento entrando em colapso de tensão.

F. Comparação dos resultados

Por meio da TABELA I, observam-se todos os resultados obtidos das simulações de estabilidade da rede IEEE 14 Barras sem que houvessem problemas de colapso de tensão. Já TABELA II mostra os resultados das simulações para uma sequência de contingências onde foram atingidos os limites máximos de carregamento da rede.

TABELA I. COMPARAÇÃO DE TODOS OS CASOS SIMULADOS, SEM OCORRÊNCIA DE INSTABILIDADE.

	Regime Normal	Perda de um CS	Perda de dois CS	Perda de uma LT	Perdas de duas LT	Perda do Banco de Capacitor
Pto de Carregamento Máximo (MW)	531	500	472	350,5	286,5	520
Margem de Estabilidade (MW)	272	241	213	91,5	27,5	261
Porcentagem de Carregamento (%)	49	51,8	54,88	73,9	90,41	49,81
Tensão Crítica (pu)	0,706	0,696	0,67	0,696	0,707	0,671
Barra Crítica	14	3	14	3	3	14

TABELA II. SEQUÊNCIA DE CONTINGÊNCIA QUE LEVARIAM O SISTEMA IEEE 14 BARRAS AO COLAPSO DE TENSÃO.

Equipamentos	Múltiplas Contingências	Consequências
Linhas	LT 2-3, LT 2-4 e LT 5-4	Colapso de Tensão
Linhas + Compensador Síncrono	LT 2-3, LT 2-4 + CS barra 3	Colapso de Tensão

V. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio técnico e financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da concessionária de energia elétrica RGE Sul pelo projeto “Solução Inovadora para

Gerenciamento Ativo de Sistemas de Distribuição” (P&D/ANEEL).

VI. CONCLUSÕES

Com o estudo completo realizado neste trabalho, fica claro a importância de determinar as características de operação dos sistemas elétricos a fim de prevenir que situações emergenciais ocorram, possibilitando aos operadores do sistema encontrar alternativas para que a rede prossiga de forma estável.

A proposta de simular a rede IEEE 14 barras, foi analisar seu comportamento perante contingências simples e múltiplas, com perda de um ou mais equipamentos simultâneos. Percebe-se que para contingências simples, o sistema segue operando de forma satisfatória, com uma boa margem de carga. O problema da instabilidade surge para perdas duplas e triplas, onde a margem cai consideravelmente e, alguns casos, o sistema não suporta o carregamento adicional e entra em colapso.

As simulações feitas tiveram como objetivo obter os piores casos de perdas e redução de margem para comprovar o quão frágil um sistema pode ficar, seja por um aumento inesperado de carga, contingência de equipamentos ou erros na atuação da proteção. Todas essas simulações, feitas pelo método do fluxo continuado no ANAREDE, mostraram-se satisfatórias para a análise da estabilidade de tensão.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] A.C. ANDRADE, F.M. BARBOSA, “Voltage Collapse Preventive Control – A New Method” Melecon 2004, Croácia, 2004.
- [2] F.C.V. MALANGE, “Proposta de Parametrização para Fluxo de Carga Continuado Visando Redução de Perdas na Transmissão e o Aumento da Margem Estática de Estabilidade de Tensão” 2008. 139p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, 2008.
- [3] CEPEL - Centro de pesquisas de energia elétrica, “Anatem - Análise de Transitórios Eletromecânicos”, v. 1.7.2, 2012.
- [4] P. KUNDUR, “General Introduction and Basic Concepts of Voltage Stability Analysis,” In: IEEE PES Summer Meeting, IEEE Special Tutorial Course: Voltage Stability, San Diego, 1998.
- [5] L.C. PATACA, “Análise de Contingências com critério N-1 em Sistemas Elétricos de Potência Utilizando Computação Paralela em MATLAB” 2012. 58p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em Sistema de Energia e Automação) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2012.
- [6] C.S.M.M. DOS REIS, “Determinação dos Índices de Estabilidade de Tensão” 2005. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores) – Universidade do Porto, Portugal, 2005.
- [7] G.S. FRANCISCO, “Avaliação de Ferramentas de Análise de Estabilidade de Tensão” 2005. 161p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá, MG.
- [8] P.H.V. GARCIA, “Primeiros Passos: Fluxo de Potência Continuado no ANAREDE” 2014. 33p. Apostila – Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, PR, 2014.