

MUDANÇA DE MARGEM DA CURVA QV UTILIZANDO ALGORITMO GENÉTICO EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

GARCIA, Geovanna¹; VIEIRA, Vinícius²; ROCHA, Saulo²; SOUZA, Renan³; SILVA, Felipe⁴

¹Estudante do curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – *Campus* Formiga, bolsista (PIBITI). E-mail: Geovanna.gleao@gmail.com

²Estudante do curso de Elétrica do IFMG – *Campus* Formiga, voluntário (PIBITI). E-mail: viniciusvsilva_7@msn.com, saulo1804@gmail.com

³Professor co-orientador do IFMG – *Campus* Formiga. E-mail: felipe.silva@ifmg.edu.br

⁴Professor orientador do IFMG – *Campus* Formiga. E-mail: renan.moura@ifmg.edu.br

Resumo: Este presente trabalho demonstra uma metodologia capaz de modificar o tipo de margem de potência reativa de curvas QV's, alterando-as de positiva para negativa, mediante a técnica do algoritmo genético. Especificamente, o algoritmo genético rastreia valores de geração distribuídas que realizam esta ação. Os resultados demonstram a efetividade da ferramenta utilizada em dois sistemas, um com nove barramentos e o sistema sul sudeste real brasileiro, considerando todos os limites operacionais.

Palavras-chave: Sistema elétrico de potência. Curva QV. Algoritmo genético.

1 INTRODUÇÃO

Estabilidade de tensão é a área que analisa o desempenho de um Sistema Elétrico de Potência (SEP) submetido a um distúrbio. Um distúrbio é caracterizado por qualquer acontecimento que altere o ponto de operação de um sistema, sendo categorizado em grande ou pequeno (KUNDUR *et al.*, 2014). Distúrbios podem originar condições de operação indesejáveis como a instabilidade de tensão. Se ações de controle não forem tomadas, uma instabilidade de tensão pode se espalhar pelo sistema e resultar em um colapso de tensão.

A curva QV, representada na Figura 1, é uma ferramenta que contribui para os estudos de estabilidade de tensão. Esta curva é formada através de contínuos cálculos de fluxo de potência e relaciona a tensão em um barramento com a potência reativa (MOHN; SOUZA, 2006).

A distância entre C (ponto mínimo da curva QV) e o eixo da abscissa (Tensão terminal) é denominada margem de potência reativa da curva QV e indica quanto de potência reativa o barramento pode fornecer para o sistema. Esta margem pode assumir valores positivos ou negativos (SOUZA *et al.*, 2011). Em Moura *et al.* (2015), é demonstrado que um sistema operando com margem positiva da curva QV está mais susceptível a instabilidade dinâmica de tensão do que o mesmo sistema apresentando margem negativa para o mesmo valor de carregamento.

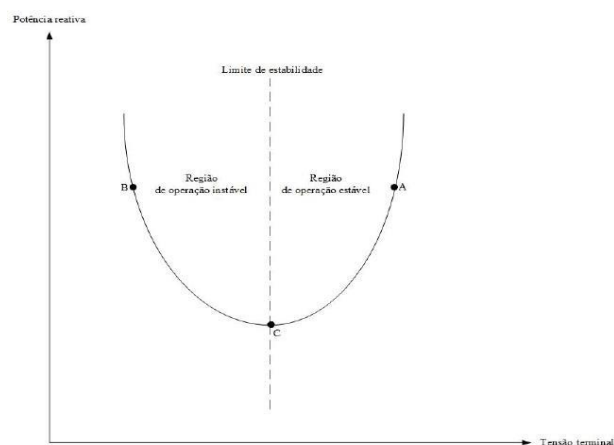


Figura 1 - Curva QV de um SEP

Este presente trabalho pretende alterar o tipo de margem da curva QV, de positiva para negativa, por meio do emprego da técnica do algoritmo genético. É algo semelhante ao que foi realizado em Moura *et al.* (2015) que utilizou lógica *fuzzy*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para alterar a margem de potência reativa de positiva para negativa, a função objetivo presente na Equação (1) foi criada.

$$\text{Função Objetivo} = \text{valor mínimo} \left(\sum \text{Margens da curva QV de potência reativa negativa} \right) \quad (1)$$

O indivíduo é formado pelas potências ativas e reativas geradas pelos barramentos pertencentes à área crítica do sistema. Cada valor de potência corresponde a um gene.

Com a finalidade de definir a área crítica, foi utilizado a técnica do Vetor Tangente (MOHN; SOUZA, 2006; SOUZA *et al.*, 2011; MOURA *et al.*, 2015), que é capaz de determinar o barramento crítico que precisa de mais suporte de potência reativa.

O estágio de cruzamento ocorre com dois indivíduos selecionados (Roleta viciada) e resulta em dois novos filhos. Após o estágio de cruzamento, o operador de mutação é acionado, apresentando 1% de chance de modificar o gene de cada indivíduo (VERMA *et al.*, 2018). O resultado do algoritmo genético é o indivíduo com a melhor função objetivo após 50 gerações (MARTÍNEZA; SOUZA, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 indicam a evolução da margem de potência reativa da curva QV em função do carregamento. O algoritmo genético foi aplicado aos fatores de carga indicados por

* nas Tabelas 1 e 2. Os resultados da aplicação do algoritmo genético são mostrados nas Tabelas 3 e 4. É possível observar pelas Tabelas 3 e 4 que a técnica baseada em algoritmo genético é capaz de alterar o tipo de margem de potência reativa da curva QV.

Tabela 1 – Evolução da margem da curva QV com o aumento do fator de carga do sistema de 9 barras

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)		
	Gerador 1	Gerador 2	Gerador 3
1,0	-0,3767	-0,4163	-0,7149
1,2	-0,0402	-0,0241	-0,3576
1,4*	0,5705	0,4403	0,1179

Tabela 2 - Evolução da margem da curva QV com o aumento da carga do real sistema brasileiro

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)				
	Gerador 1	Gerador 2	Gerador 3	Gerador 17	Gerador 18
1,0	-12,0242	-6,4706	-4,2672	-8,8692	-5,0360
1,1*	-9,3322	-0,4477	1,5133	-7,8095	-4,9010

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)				
	Gerador 19	Gerador 20	Gerador 26	Gerador 29	Gerador 30
1,0	-7,7612	-10,7178	-13,2307	-4,7159	-6,4515
1,1*	-7,4803	-9,6889	-4,9695	4,2100	-0,6220

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)				
	Gerador 31	Gerador 43	Gerador 44	Gerador 45	Gerador 46
1,0	-8,7695	-4,3866	-5,1955	-2,3685	-8,6080
1,1*	2,5514	2,9662	1,2833	-0,7666	-0,221

Tabela 3 - Resultado da aplicação do algoritmo para sistema de 9 barramentos

Fator de carga (p.u)	Margem da potência reativa (p.u)			Resultado da função objetivo
	Gerador 1	Gerador 2	Gerador 3	
1,4	-0,8767	-0,4100	-0,4366	-1,7232

Tabela 4 - Resultado da aplicação do algoritmo no SEP real brasileiro

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)					Result. Função obj.
	Gerador 1	Gerador 2	Gerador 3	Gerador 17	Gerador 18	
1,1	-10,8653	-4,4505	-2,4992	-7,9250	-4,9120	

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)					Result. Função obj.
	- Gerador 19	Gerador 20	Gerador 26	Gerador 29	Gerador 30	
1,1	-7,5101	-10,3225	-10,7554	-6,0863	-3,8351	
						-81,2632

Fator de carga (p.u)	Margem de potência reativa (p.u)					Result. Função obj.
	- Gerador 31	Gerador 43	Gerador 44	Gerador 45	Gerador 46	
1,1	-3,3756	-0,3590	-1,4613	-1,6072	-5,2984	
1,1*	2,5514	2,9662	1,2833	-0,7666	-0,221	

CONCLUSÃO

A técnica do algoritmo genético foi capaz de modificar o tipo de margem da curva QV para o mesmo valor de carregamento, atendendo-se assim os objetivos propostos por este artigo. Como trabalhos futuros, sugere-se aplicar a metodologia proposta em regiões não pertencentes a área crítica e próximas dos centros de geração.

REFERÊNCIAS

KUNDUR, John Paserba Prabha; AJJARAPU, Venkat; GORAN, A; ANJAN Bose; CANIZARES, Claudio; HATZARAYRIOU, Nikos; HILL, David; STANKOV, Alex; TAYLOR, Carson; VAN CUTSEM, Thierry; VIJAY VITTAL. Definition and classification of power system stability. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 19, n. 2, 2004.

MARTÍNEZA, Rodney Damián Fariña; SOUZA, Antonio Carlos Zambroni de. **Contingency analysis with the help of voltage stability tools. Proposals for corrective actions using distributed generation**, 2017 6th International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP), 27-29 June 2017, Santa Margherita, Italy.

MOHN, F. W.; SOUZA, A. C. Z. Tracing PV and QV curves with help of a CRIC continuation method. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 21, n. 3, 2006.

MOURA, Renan S.; SOUZA, Antonio Carlos Zambroni de; LOPES, Benedito Isais Lima; MOHN, Fritz Walter. Effects of qv curves in teh dynamic behavior of power systems. **IET Generation, Transmition & Distribution**, 2015.

SOUZA, A. C. Zambroni de; MOHN, F. W.; BORGES, I. F.; OCARIZ, T. Using PV and QV curves with the meaning of static contingency screening and planning. **Electric Power Systems Research**, v. 81, p. 1491-1498, 2011.

VERMA, Pranjal; SANYAL, Krishnendu; SRINIVASAN, Dipti; SWARUP, K. S.; MEHTA, R. Computational intelligence techniques in smart grid planning and operation: a survey, 2018 **IEEE Innovative Smart Grid Technologies-Asia**, p. 22-25, 2018.

Como citar este trabalho:

GARCIA, G. *et al.* Mudança de margem da curva QV utilizando algoritmo genético em sistemas elétricos de potência. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO (SemPI), III.*, 2019. Formiga. **Anais eletrônicos [...]**. Formiga: IFMG – *Campus Formiga*, 2019. ISSN – 2674-7111.