
Universidade Federal do Pará

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Plano de Trabalho – Mestrado

Fernanda Alves Magno

*Área de Concentração: Sistemas de Energia
Linha de Pesquisa: Sistemas Elétricos de Potência*

1. Tema

Proposta de Controle Volt/Var para Operação de Sistemas de Distribuição no ambiente *Smart Grid*.

2. Palavras-chave

Controle Volt/Var, Fluxo de Potência Ótimo, Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, *Smart Grids*.

3. Introdução

Diante da modernização dos Sistemas Elétricos de Potência com Redes Elétricas Inteligentes (SG do inglês, *Smart Grids*), Recursos Energéticos Distribuídos e Veículos Elétricos (VEs), é necessário a utilização de técnicas mais adequadas para o controle dos níveis de tensão e da potência reativa na rede [1].

O uso de sensores, comunicadores e controles inteligentes permitem que a rede elétrica seja observada por completo e incentiva o desenvolvimento de novas técnicas para auxiliar a tomada de decisão, sendo uma destas aplicações o Controle Volt/Var (VVC do inglês, *Volt/Var Control*) [2]. Essa técnica consiste no controle do perfil de tensão e da potência reativa injetada e absorvida na rede causado pelo uso generalizado de sistemas de geração distribuída (GD).

Neste sentido, este plano de trabalho apresenta a proposta de desenvolvimento de um novo método VVC que possibilite o ajuste ótimo dos equipamentos controláveis da rede visando a minimização das perdas de energia e a melhora do perfil de tensão do sistema. O método de solução proposto faz uso da metaheurística Otimização por Enxame de Partículas (PSO do inglês, *Particle Swarm Optimization*). As principais contribuições do trabalho incluem: (I) Algoritmo de VVC coordenado, baseado na efetividade e disponibilidade de equipamentos; (II) Desenvolvimento e implementação de um algoritmo de controle adaptável para distintos objetivos de operação nas redes de distribuição.

4. Justificativa

Equipamentos como transformador com comutação sob carga, reguladores de tensão e bancos de capacitores foram desenvolvidos e aprimorados para atender com segurança e eficiência a disponibilidade de energia das redes de distribuição e manter a tensão dentro de limites aceitáveis. Entretanto, esta tarefa tende a se tornar cada vez mais complexa devido ao crescimento

acelerado da participação de fontes renováveis de energia, VEs e dispositivos de armazenamento no Sistema Elétrico [3]. Isto tem atraído a atenção de pesquisadores da área, uma vez que esses novos elementos provocam variação de tensão e desequilíbrio de potência reativa na rede, porém atualmente os sistemas de distribuição possuem uma infraestrutura de controle e medição limitada [2].

A utilização do VVC em um sistema de distribuição é essencial para manter a tensão em níveis aceitáveis mesmo considerando as diversas condições de operação do sistema [4]. O VVC é uma das funções mais importantes e desejadas no âmbito de sistemas de Automação de Distribuição Avançada e Sistema de Gerenciamento da Distribuição, o qual tem como uma de suas principais funções a realização de um controle de tensão e potência reativa eficiente e integrado [3].

A literatura propõem vários métodos e técnicas para a realização do VVC. Métodos como Busca Heurística [5], Algoritmo Evolucionário [6], *Simulated Annealing* [7] e Lógica Fuzzy [7] têm sido utilizados para solução do problema de VVC. Nesta proposta o interesse é a aplicação de métodos metaheurísticos, mais especificadamente, a metaheurística PSO, para a resolução do Problema de Alocação Ótima entre dispositivos de controle tais como: GDs, reguladores de tensão e bancos de capacitores. Assim como o controle ótimo de Volt/VAr com a presença de GDs apresentado em [?], que tem como objetivo minimizar a compra de energia dos GDs e reduzir o custo das perdas de energia durante uma operação diária.

A técnica proposta neste plano de trabalho coordena as ações de controle entre os equipamento, considerando os limites físicos e o número de comutações, visando não priorizar apenas um dispositivo específico para atuação no sistema e, conseqüentemente, preservar a vida útil dos equipamentos utilizados para o controle VVC. Além disso, o método possibilita o uso da comunicação de sistemas supervisórios de equipamentos controlados remotamente.

5. Objetivos

5.1. Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é apresentar um modelo matemático para o controle ótimo de Volt/VAr em sistemas de distribuição de energia elétrica trifásicos sob o enfoque de SG operando em tempo real.

5.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a injeção de potência ativa e reativa das GDs instaladas na rede teste através de simulações de fluxo de potência realizado no *software* OpenDSS®;
- Avaliar dispositivos baseados em eletrônica de potência, como inversores de frequência e compensadores estáticos de reativos;
- Avaliar as limitações dos diferentes equipamentos para a elaboração da estrutura VVC;
- Desenvolver o método proposto no *software* MATLAB®;
- Aplicar o método no sistema e avaliar o perfil de tensão e as perdas de energia;
- Avaliar o efeito de diferentes modelos de carga no comportamento do método proposto;

6. Proposta Metodológica

O projeto considerará um sistema de distribuição teste para projetar a estrutura VVC, para isto serão desenvolvidas as seguintes atividades:

- 1) Obtenção dos créditos necessários;
- 2) Compreensão do uso de PSO no *software* MATLAB® e revisão da literatura quanto o VVC;
- 3) Escolha do sistema de distribuição teste e compreensão de suas características através do fluxo de potência utilizando os *softwares* OpenDSS® e MATLAB® associados;
- 4) Formulação do problema, das funções objetivo e restrições necessárias para o adequado funcionamento do VVC proposto;
- 5) Formulação do método proposto no *software* MATLAB®;

- 6) Produção e publicação de artigos científicos relacionados a pesquisa no início de cada semestre do segundo ano;
- 7) Aplicação do método no sistema e avaliação o perfil de tensão e as perdas de energia;
- 8) Realização da avaliação do efeito de diferentes modelos de carga no comportamento do método proposto;
- 9) Revisão dos resultados obtidos e redação final da dissertação de mestrado.

7. Cronograma de Execução

ATIVIDADES	MESES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X

Referências

- [1] M. Crosa, F. D'Agostino, S. Massucco, P. Pongiglione, M. Saviozzi, and F. Silvestro, "The podcast project: An application of volt/var optimization to the electric distribution network of sanremo (italy)," in *2019 1st International Conference on Energy Transition in the Mediterranean Area (SyNERGY MED)*, May 2019, pp. 1–6.
- [2] A. P. C. d. Mello, "Estratégia de controle volt/var coordenado para sistemas de distribuição inteligentes," Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.
- [3] B. d. M. Mercer, "Uma proposta de controle volt/var hierárquico para sistemas modernos de distribuição de energia elétrica," Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, 2016.
- [4] D. L. Fassbinder, "Controle Volt/VAR utilizando geração distribuída em redes de distribuição," 2016, monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica), URCAMP (Universidade Federal do Pampa), Bagé, Brazil.
- [5] Youman Deng, Xiaojuan Ren, Changcheng Zhao, and Dapu Zhao, "A heuristic and algorithmic combined approach for reactive power optimization with time-varying load demand in distribution systems," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 17, no. 4, pp. 1068–1072, Nov 2002.
- [6] A. Ulinuha, M. A. S. Masoum, and S. M. Islam, "Optimal scheduling of ltc and shunt capacitors in large distorted distribution systems using evolutionary-based algorithms," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 23, no. 1, pp. 434–441, Jan 2008.
- [7] Ruey-Hsun Liang and Yung-Shuen Wang, "Fuzzy-based reactive power and voltage control in a distribution system," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 18, no. 2, pp. 610–618, April 2003.
- [8] S. Auchariyamet and S. Sirisumrannukul, "Volt/var control in distribution systems by fuzzy multiobjective and particle swarm," in *2009 6th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, vol. 01, May 2009, pp. 234–237.