Priorização da Automação de Redes de Distribuição Utilizando Algoritmos Genéticos com Foco no *Self-Healing*

Arthur S. Maykot¹, Edison A. C. Aranha Neto¹, Neimar de A. Oliva¹

¹Departamento de Eletrotécnica – Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Av. Mauro Ramos, 950 – Florianópolis, SC – Brasil

maykot95@gmail.com, earanha@ifsc.edu.br, nao@uol.com.br

Abstract. *This work describes the self-healing systems and their benefits in the power distribution networks, with the objective to evaluate the necessary level of automation. The methodology is based on graph theory and genetic algorithms. There are benefits for consumers, that will profit from a more reliable and stable system, and for the utility, that can reduce costs with team field and financial compensations paid to consumers in case of violation of continuity indexes. A real distribution network from the state of Sao Paulo will be used as a case study for the application of the methodology.*

1. Introdução

Com o crescimento da população, cresce o consumo e geração da energia elétrica, e consequentemente faz-se necessária a expansão das redes de transmissão e distribuição de energia elétrica. Com a expansão destas redes, maior é o fluxo de informação que chega aos operadores dos centros de operação. Sendo assim, em caso de falhas, maior é o tempo e a complexidade para encontrar o problema. Algumas das vezes são problemas simples que poderiam ser resolvidos rapidamente caso o sistema fosse automatizado.

Quando ocorre um problema na Rede de Distribuição de energia elétrica (RD), o Centro de Controle e Operação da Rede de Distribuição (COD) da concessionária é acionado para coordenar as ações de isolamento do defeito e restabelecimento dos consumidores até a correção da falha. Quando não há monitoramento e controle a distância, o tempo dispendido para encontrar o problema é muito maior, tendo as equipes de campo que percorrer trechos da RD até encontrar o defeito, e executando manualmente as manobras para o restabelecimento dos consumidores, conforme são orientados pelo COD via rádio ou telefone [SEL 2010]. Além dos custos envolvidos, esta ineficiência reflete nos indicadores de continuidade individuais (DIC, FIC e DMIC) e coletivos (DEC e FEC) [ANEEL 2017], podendo acarretar em penalidades às distribuidoras e ressarcimento aos consumidores.

Os sistemas denominados *self-healing* são a resposta tecnológica ao problema. O conceito de *self-healing* está relacionado à capacidade da RD se auto restabelecer caso haja alguma falha na rede, seja ela transitória ou permanente. Estes sistemas são compostos basicamente por medidores inteligentes, equipamentos telecomandados e *softwares* inteligentes, ou seja, estão relacionados diretamente com o nível de automação do sistema de distribuição.

O principal objetivo é minimizar o trecho da rede isolado em casos de falha, criando caminhos alternativos e restabelecendo a energia para o restante da rede [Sperandio 2008]. Assim, menos clientes ficam sem energia e consequentemente, menos comprometidos ficam os indicadores de continuidade.

No entanto, mesmo com a redução do preço dos equipamentos utilizados em um sistema de *self-healing*, estes ainda possuem um valor expressivo. Sendo assim, as distribuidoras que

optam pela automação precisam fazê-lo de forma gradual para que os benefícios compensem os custos.

Neste sentido, propõe-se a criação de uma metodologia de avaliação da prioridade de automação das chaves de manobra existentes em uma rede de distribuição, sob o ponto de vista do restabelecimento de energia aos consumidores. Através da avaliação do impacto dos defeitos em todos os trechos e elementos da rede de distribuição será possível construir uma lista de prioridades para subsidiar as estratégias de *self-healing* da distribuidora.

2. Solução Proposta

Como mencionado, os sistemas de *self-healing* necessitam de alto nível de automação, que têm custo de investimento relativamente elevado. Sendo assim, é preciso analisar a melhor estratégia de posicionamento destes equipamentos, de modo que sejam capazes de retomar a energia para o maior número de consumidores possível no menor período de tempo.

Para tanto, pretende-se modelar uma rede de distribuição real, e efetuar uma avaliação das manobras necessárias quando um defeito ocorrer em cada um de seus trechos e demais elementos de proteção e manobra, em função de sua topologia. Devido à complexidade desta avaliação, que envolve diferentes objetivos da distribuidora, a avaliação será feita através de avaliação multicriterial, envolvendo a análise de diversos fatores, entre eles o atendimento de consumidores prioritários, energia elétrica suprida, perdas elétricas, qualidade de energia e carregamento de linhas e transformadores.

De acordo com Torres et al. (2016), existem diversas propostas de otimização para o restabelecimento das RDs, sendo mais comuns as baseadas em técnicas meta-heurísticas (58,7%), pois são capazes de lidar melhor com as características discretas, não-lineares e não-diferenciáveis do problema. Neste trabalho a otimização será realizada por meio de Algoritmos Genéticos (AG), os quais são utilizados em casos onde algoritmos lineares são extremamente lentos ou incapazes de resolver o problema [Linden 2012].

O método utilizado para cálculo de fluxo de potência é o método do somatório das potências (MSP) [Céspedes 1990] sendo consideradas algumas simplificações, sistema trifásico equilibrado e todas as cargas modeladas para potência constante. O MSP é um método de varredura baseado em um equivalente elétrico e na eliminação dos ângulos de fase da tensão nas equações solucionadas, e tem por objetivo a obtenção do nível de carregamento, os estados de tensão e corrente em regime permanente, e as perdas elétricas de um sistema de energia. A cada variação de demanda, faz-se necessária uma nova solução do fluxo de carga [Aranha Neto, 2012].

Para indicar quais as chaves devem prioritariamente passar a ser automáticas, serão simuladas falhas em todos os ramos da rede e serão armazenadas as sequências de chaveamento de modo a verificar quais chaves manuais foram mais vezes utilizadas. Após elencar as chaves manuais mais vezes acionadas, será simulado novamente o sistema, desta vez com as chaves manuais mais utilizadas sendo substituídas por chaves automáticas. Será então analisada a melhoria nos índices de continuidade acarretada pela automatização da chave manual.

Uma rede real de distribuição de energia elétrica do estado de São Paulo será utilizada como estudo de caso para a aplicação da metodologia.

A partir de uma base de dados georreferenciada, utilizando-se da teoria de grafos, o sistema será modelado e avaliado, resultando em uma lista de prioridades de automação sob o ponto de vista do restabelecimento de energia aos consumidores e minimização dos indicadores de continuidade.

3. Considerações Finais

Com a finalização deste trabalho e com a implementação da ferramenta computacional, espera-se avaliar o custo benefício da automatização das chaves manuais, definindo quantas e quais devem ser automáticas. Com isso, tanto os consumidores serão beneficiados, uma vez que terão um sistema mais estável e confiável, como a concessionária de distribuição, que irá dispor de um sistema automatizado, reduzindo custo com deslocamento de equipe e a redução das compensações financeiras pagas por violação dos indicadores de continuidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento destinado ao desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2017) “Indicadores de continuidade” <http://www.aneel.gov.br>, Acessado em 7 de outubro de 2017.
- Aranha Neto, E. A. C. (2012). Metodologia Probabilística para a Estimação de Perdas Técnicas e Comerciais em Alimentadores de Sistemas de Distribuição. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Céspedes, R. (1990) “New method for the analysis of distribution networks”. IEEE Transactions on Power Delivery, p. 391–396.
- Linden, R. (2012). Algoritmos Genéticos. Ciência Moderna, 3. ed.
- Schweitzer Engineering Laboratories – SEL (2010) “Exemplos de automação em sistemas de supervisão e controle de subestações e redes de distribuição”. Revista O Setor Elétrico. Setembro.
- Sperandio, M. (2008). Planejamento da automação de sistemas de manobra em redes de distribuição. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Torres, V. R. C., Encarnação, L. F., Fardin, J. F., Donadel, C. B., e Fiorotti, R. (2016) “Reconfiguração ótima da rede de distribuição: Metodologias e desafios”. III Congreso de Las Americas de Distribución Eléctrica. Córdoba, Argentina.