

DIAGNÓSTICO DE DISTÚRBIOS DE TENSÃO EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

PAULO R. S. S. OLIVEIRA¹, JOSÉ G. M. S. DECANINI²

¹ Graduando em Bacharelado em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Presidente Epitácio, pauloricardo1402@hotmail.com.

² Docente da Área de Eletrotécnica, Graduação, Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica, IFSP, Câmpus Presidente Epitácio, guilhermedecanini@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.04.02-9 Transmissão da Energia Elétrica, Distribuição da Energia Elétrica

Apresentado no

8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP

06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema para diagnóstico de distúrbios de tensão em sistemas de distribuição de energia elétrica. Na literatura especializada destacam-se publicações científicas que utilizam técnicas de inteligência artificial para a resolução de problemas de diagnóstico de distúrbios. Estas técnicas buscam combinar a experiência dos operadores humanos e a habilidade de executar rotinas de forma segura e de alta rapidez de resposta. Trata-se de mecanismos que, se postos à disposição da operação, podem produzir um grande salto qualitativo. Neste projeto, dar-se-á ênfase ao desenvolvimento de ferramentas aplicadas ao diagnóstico de distúrbios em tempo real, de maneira, a auxiliar o operador em sua tomada de decisão.

PALAVRAS-CHAVE: automação; distúrbios de tensão; qualidade de energia elétrica; sistemas de distribuição de energia elétrica.

DIAGNOSIS OF VOLTAGE DISTURBANCES IN ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEMS

ABSTRACT: This research has as its main objective the development of an system for the diagnosis of voltage disturbances in electric power distribution systems. In the specialized literature are highlighted scientific publications that use artificial intelligence techniques to solve problems of disturbances diagnosis. These techniques seek to combine the experience of human operators and the ability to safely perform high-response routines. These are mechanisms that, if put at the disposal of the operation, can produce major improvements in operation. In this project, it is intended to develop tools applied to the diagnosis of disturbances in real time, in order to assist the operator in his decision-making.

KEYWORDS: automation; voltage disturbances; electric power quality; electric power distribution systems.

INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade de energia tem sido modificado como consequência do avanço tecnológico e da conscientização dos consumidores. Há alguns anos, as principais preocupações eram a frequência e a duração da descontinuidade do fornecimento de energia elétrica. Atualmente, o monitoramento e controle de variações da frequência e da tensão tornaram-se atividades de grande

relevância, tendo em vista que este setor migrou de um ambiente centralizado para um novo ambiente descentralizado. Com a crescente competitividade de mercado e as exigências das agências reguladoras sob as distribuidoras de energia elétrica, as empresas passaram a necessitar de ferramentas, para a operação e o planejamento do sistema, capazes de propiciarem alta qualidade de seus índices de fornecimento e rápido retorno de seus investimentos. Assim sendo, neste trabalho pretende-se desenvolver uma metodologia para diagnóstico de distúrbios de tensão em sistemas de distribuição. Esta ferramenta auxilia os operadores dos sistemas elétricos de potência na tomada de decisão, refletindo em eficiência operativa, segurança e confiabilidade. Por conseguinte, simulações dos distúrbios serão realizadas a fim de avaliar a performance da metodologia proposta. Almejam-se eficiência, velocidade de processamento, robustez e flexibilidade, características que satisfazem à operação dos sistemas elétricos de potência.

MATERIAL E MÉTODOS

O crescimento acentuado de equipamentos não-lineares conectados aos sistemas de energia elétrica contribui para a degradação da qualidade de energia, exigindo maior atenção por parte dos agentes do setor elétrico. Dentro deste contexto, enfatiza-se que a área automação de sistemas de energia elétrica tem crescido rapidamente e ainda há muito a ser explorado e desenvolvido. Neste sentido, dois segmentos podem ser destacados. O primeiro refere-se à utilização da "tecnologia digital" (KEZUNOVIC; ABUR, 2005). O segundo compreende a "tecnologia da informação". Dentro desta perspectiva, faz-se necessário, então, desenvolver um sistema integrado, combinando a aquisição, processamento e a análise de dados com o propósito de proporcionar a assistência necessária para realizar o controle e a tomada de decisão no ambiente de subestações de distribuição de energia elétrica (CARDOSO et al., 2004).

Por conseguinte, desenvolver-se-á os módulos para diagnóstico de distúrbios de tensão, *i.e.*, *sag*, *swell*, *outage*, harmônicas, entre outras. Deste modo, considera-se um elemento da rede elétrica em particular (alimentador, etc.) sob observação, cujo oscilograma de tensão esteja disponibilizado na subestação. Durante o processo de amostragem, pode-se inferir, de modo aproximado, a amplitude da tensão ($V_{m\acute{a}x}$) da forma de onda (MAHANTY; DUTTA GUPTA, 2007), do seguinte modo:

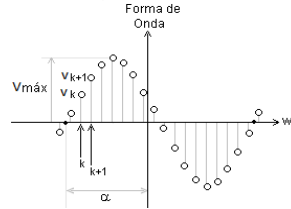


FIGURA 1. Forma de onda senoidal discretizada com taxa de amostragem m .

$$V_{m\acute{a}x} = \left| \frac{v_k}{\text{sen}\{\tan^{-1}(\Phi)\}} \right| \quad (1)$$

sendo:

$$\Phi = \frac{v_k \text{sen}(w\Delta t)}{v_{k+1} - v_k \cos(w\Delta t)} ; \Delta t \triangleq t_{k+1} - t_k ; w \triangleq \text{velocidade da onda (radiano el\u00e9trico/s)} = 2 \pi f ; k =$$

tempo discreto; m = n\u00famero de amostragem por ciclo.

Calcular os valores de $V_{m\acute{a}xi}$, usando-se a equa\u00e7\u00e3o (1), para $i = 1, 2, \dots, L$, sendo L um n\u00famero arbitrado considerando-se as amostragens de interesse (*e.g.*, 4 vezes em 1 ciclo). Assim:

$$V_{m\u00e9d} = \frac{\sum_{i=1}^L V_{m\acute{a}xi}}{L} \quad (2)$$

$$\rho = \left| V_{referencial} - V_{méd} \right| \quad (3)$$

sendo:

$V_{méd}$ = média aritmética dos L valores; $V_{referencial}$ = valor de referência; ρ = índice de anormalidade da forma de onda em relação ao sistema monitorado.

Para uma forma de onda perfeitamente senoidal, o valor da amplitude calculada usando a equação (1) é exata, evidentemente se a medida for correta. Contudo, quando houver qualquer anomalia (mudança brusca ou distorção), o reflexo incidirá na amplitude, através de uma discrepância em relação ao valor real. Deste modo, emprega-se o critério abaixo para detecção do distúrbio:

$$\bullet \text{ se } \rho > \Delta V_{máx} \rightarrow d_1 = 1 \quad (4)$$

indica a existência de anormalidade;

$$\bullet \text{ se } \rho \leq \Delta V_{máx} \rightarrow d_1 = 0 \quad (5)$$

indica que não há constatação de anormalidade.

sendo:

$\Delta V_{máx}$ = parâmetro a ser especificado em função da experiência e das normas das concessionárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de detecção de distúrbios de tensão é plenamente atendido utilizando a metodologia proposta no trabalho. O índice característico, d_1 , apresenta boa distinção levando-se em consideração a operação normal do sistema e anormalidades de tensão. A seguir, serão definidos novos índices que caracterizam os distúrbios, *e.g.*, baseado na energia no sinal, etc., visando a classificação do distúrbio por meio de um sistema inteligente.

CONCLUSÕES

A metodologia empregada baseia-se nas informações de tensão elétrica do sistema. Busca-se estabelecer um procedimento de extração das características do estado do sistema que represente adequadamente a operação do sistema, a fim de se realizar o diagnóstico com êxito, propiciando informações pertinentes aos operadores. Os resultados ainda são preliminares, pois o projeto encontra-se em execução, porém o processo é promissor, sendo assim, esperam-se bons resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (PIBIFSP 2017) pelo suporte financeiro e de infraestrutura concedidos.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, G.; ROLIM, J. G.; ZÜRN, H. H. Diagnóstico de faltas em sistemas de potência: definição do problema e abordagens via inteligência artificial. *Sba Controle & Automação*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 215-229, 2004.
- KEZUNOVIC, M.; ABUR, A. Merging the temporal and spatial aspects of data and information for improved power system monitoring applications. *Proceedings of the IEEE*, New York, v.93, n.11, p. 1909-1119, 2005.
- MAHANTY, R. N.; DUTTA GUPTA, P.B. A fuzzy logic based fault classification approach using current samples only. *Electric Power Systems Research*, Lausanne, v. 77, p. 501–507, 2007.