ISSN: 2594-6153

Diagnóstico de falha em transformadores de alta tensão com Redes Neurais Artificiais

Ricardo Luiz Nacarato, Dorotéa Vila nova Garcia, Maurício Conceição Mário, João Inácio da Silva Filho

Unisanta- Universidade Santa Cecília – Programa de Pós Graduação – Mestrado em Engenharia Mecânica PPGEMec.

Email: ricardo.nacarato@gmail.com

Resumo: No presente trabalho, em sua introdução, são abordados alguns aspectos dos transformadores de alta potência, peças fundamentais nos sistemas de distribuição de energia elétrica, fundamentando teoricamente os transformadores de potência, os métodos de diagnóstico de transformadores de potência e as redes neurais artificiais (RNA). Este trabalho tem por objetivo principal descrever a utilização de uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo multicamada e sua viabilidade como ferramenta auxiliar no diagnóstico de falhas em transformadores de alta potência, e específicos, a análise dos gases dissolvidos no óleo, propor uma solução de análise automática dos exames efetuados nas amostras de óleo de transformador e avaliar a possibilidade de disponibilizar ferramentas para a emissão rápida e precisa de laudos e pareceres. O capítulo matérias e métodos detalha a rede neural que foi implementada, usando o *toolbox,* na análise de 224 transformadores de potência instalados nas subestações de força de uma operadora do setor elétrico. A partir dos resultados se verificou que a arquitetura que obteve as melhores taxas de identificação dos diagnósticos dos transformadores foram as redes com condições identificadas individualmente.O foco deste projeto é a prevenção de problemas nos transformadores de potência através da técnica de gases dissolvidos no óleo refrigerante, concluindo que as redes neurais podem auxiliar no aprendizado dos técnicos de laboratório neste processo de análise.

Palavras-chave: Diagnóstico de falhas, Transformadores, Análise de Gases Dissolvidos, Redes Neurais.

Diagnosis of failure in high voltage transformers with Artificial Neural Networks

Abstract: In the present work, in its introduction, some aspects of the high power transformers, fundamental parts in the electric power distribution systems, are presented, theoretically grounding the power transformers, the power transformers diagnostic methods and the artificial neural networks (RNA). The main objective of this work is to describe the use of an artificial neural network (RNA) of the multilayer type and its feasibility as an auxiliary tool in the diagnosis of faults in high power transformers, and specific, the analysis of the dissolved gases in the oil, propose a solution for the automatic analysis of the tests performed on the transformer oil samples and to evaluate the possibility of providing tools for the rapid and accurate emission of reports and opinions. The materials and methods chapter details the neural network that was implemented, using the toolbox, in the analysis of 224 power transformers installed in the power substations of an electric sector operator. From the results it was verified that the architecture that obtained the best rates of identification of the diagnoses of the

transformers were the networks with individually identified conditions. The focus of this project is the prevention of problems in power transformers through the technique of dissolved gases in the soda oil, concluding that the neural networks can aid in the learning of laboratory technicians in this process of analysis.

Keywords – Fault Diagnosis, Transformers, Dissolved Gas Analysis (DGA), Artificial neural networks.

Introdução

Na nossa sociedade moderna o constante aumento da demanda de eletricidade tem causado aumento nos gastos com sistemas de geração e transmissão de energia elétrica [1]. Os transformadores de potência são elementos fundamentais nos sistemas de transmissão de energia elétrica (Figura 1).

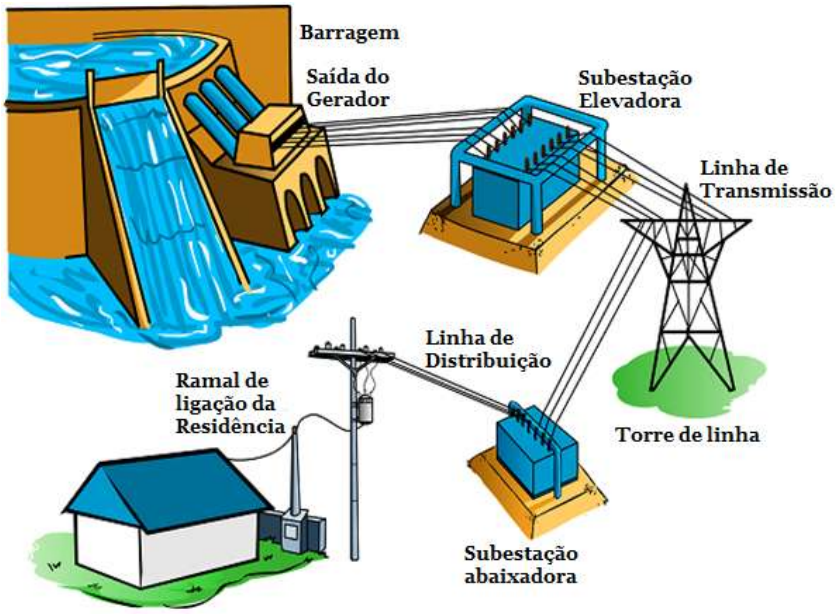

Figura 1 - Ilustração dos sistemas elétricos de potência.
Fonte: Queiros, 2010

Através do método de Análise de Gases Dissolvidos (AGD) é possível definir a condição de operação dos transformadores de potência, podendo-se ter uma primeira indicação do seu mau funcionamento.

As redes neurais podem ser aplicadas a uma grande variedade de problemas, tal como armazenagem, recuperação de dados e classificação de padrões. A rede neural do tipo *Perceptron* Multicamadas (MLP) é frequentemente utilizada para a função de

classificação. É um tipo de rede relativamente simples que pode apresentar uma não linearidade acentuada na formação de planos que definem as áreas dos grupos no espaço multidimensional [2].

Objetivo

Este trabalho descreverá a utilização de redes neurais artificiais (RNA) do tipo multicamada e a sua viabilidade como ferramenta auxiliar no diagnóstico de falhas em transformadores de alta potência e a sua acuidade na detecção das falhas apresentadas pelos métodos tradicionais.

Materiais e Métodos

A rede neural utilizada neste estudo é do tipo *Backpropagation* com aprendizado supervisionado, composta por: com cinco neurônios de entrada, representando cada uma das concentrações de gases utilizados na norma ABNT NBR 7274, uma camada escondida com quinze neurônios, e um neurônio de saída, indicando a condição a ser testada.

Neste estudo foram treinadas três redes, onde os dados relativos à relação de concentração de gases de um caso representam o vetor de entrada e com uma única saída, identificando uma dada condição (normal, falha térmica, falha elétrica). Cada uma das redes processa individualmente os mesmos dados de entrada e apresenta na saída a classificação correspondente ao seu treinamento. Apenas para efeito de comparação foi criado uma quarta rede com três saídas, identificando as condições normais, falha térmica e falha elétrica.

Após o treinamento da rede podemos utilizá-la para determinar a condição de operação de qualquer outro transformador.

Resultados

Embora as taxas de acerto dos diagnósticos das Redes RNA tenham ficado dentro do esperado há ainda espaço para melhorias na construção das redes neurais artificiais em estudo. A comparação das taxas de acerto das três redes neurais testadas (RNA) é apresentada na Tabela 1 e o gráfico do desempenho da rede é apresentado na Figura 2. Como pode ser verificada**,** a arquitetura que obteve as melhores taxas de identificação

dos diagnósticos dos transformadores foi a das redes em que cada uma das condições é identificada individualmente.

Tabela 1 – Comparação das taxas de acerto das redes neurais.

Método	Diagnóstico Individual		
	Normal	Falha Elétrica	Falha Térmica
RNA	75,4 %	87,6 %	77,2 %

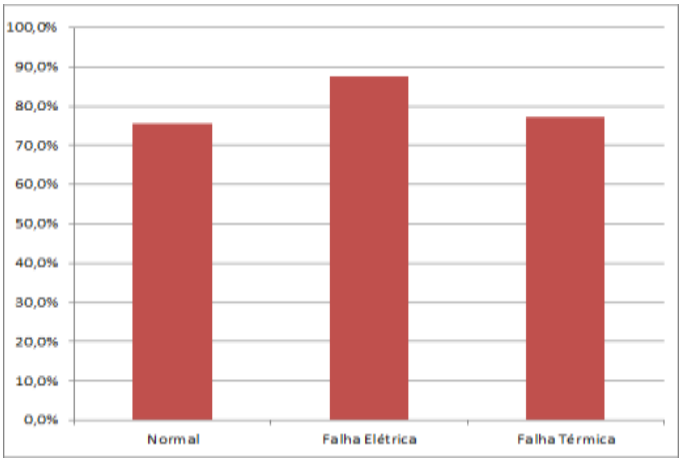

Figura 2 – Desempenho da RNA – Três saídas - Consolidado.

Diante de tais resultados pode-se concluir que uma das melhorias possíveis seria a utilização de redes neurais com mais de uma camada escondida.

Outra melhoria seria treinar a rede com uma massa de dados maior, uma vez que a rede aprende a identificar os diagnósticos baseado nos exemplos que são apresentados.

A principal vantagem da utilização das redes neurais no contexto deste projeto de pesquisa é que o algoritmo utilizado tem a capacidade de aprender a reconhecer os padrões que caracterizam as condições de operação dos transformadores.

Desta maneira o diagnóstico da rede tende a ser aproximar do diagnóstico do especialista, aprendendo com o mesmo, pois a cada novo ensaio cromatográfico que é submetido para análise da rede e consequente confirmação ou não do laudo pelo especialista é um novo dado a ser utilizado em análises futuras.

Conclusões

Com os resultados obtidos, pode-se dizer que a rede neural artificial pode ser empregada como ferramenta de apoio à decisão por concessionárias de energia elétrica, além de servir como uma alternativa aos métodos convencionais fortemente recomendados para a análise dos gases dissolvidos no óleo de transformadores de potência. Desta forma, vislumbra-se para trabalhos posteriores, o desenvolvimento de uma etapa de pré-processamento dos dados, com o intuito de se extrair características que auxiliem no processo de classificação dos gases.

Uma contribuição importante para este trabalho, baseado na experiência profissional do autor, e na análise de papers existentes, é que não adianta o desenvolvimento de técnicas de inteligência artificial sofisticadas se a coleta de óleo não for confiável. Os métodos existentes para tal são suscetíveis de falha, produzindo a contaminação das amostras, acarretando na obtenção de valores muito discrepantes das concentrações dos gases. Daí a necessidade de descarte da amostra e nova coleta de óleo, atrasando o diagnóstico e consequente correção dos problemas que possam estar ocorrendo com o transformador de potência.

Referências Bibliográficas

[1] QUEIROS, L. M. O. **Estimação e Análise das Perdas Técnicas na Distribuição de Energia Elétrica**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil, 2010.

[2] FERNANDES, A. M. da R. **Inteligência Artificial: noções gerais.** Florianópolis: VisualBooks, 2005.

[3] ABU-SIADA A., Islam S. **A new approach to identify power transformer criticality and assetmanagement decision based on dissolved gas-in-oil analysis**. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 19, 1007-1012, 2012.

[4] ARANTES, J. G. **Diagnóstico de falhas em transformadores de potência pela análise de gases dissolvidos em óleo isolante através de redes neurais**. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá-MG, Brasil, 2005.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7274: Interpretação da Análise dos Gases de Transformadores em Serviço**. Rio de Janeiro, RJ, 1982.

[6] BAKAR, N. A. **A review of dissolved gas analysis measurement and interpretation techniques**. IEEE Electrical Insulation Magazine, May 2014

[7] BARRETO, J. M. **Introdução às Redes Neurais Artificiais.** UFSC – Departamento de Informática e de Estadística, São Carlos-SP, Brasil 2002.