

Previsão de falhas de transformador de potência utilizando técnicas de aprendizagem computacional

Balduino Patrício Mateus^(1,2,3), Mateus Mendes^(2,4), José Torres Farinha^(2,5), J. Edmundo de Almeida e Pais^(1,2)

p5923@ulusofona.pt, mmendes@isec.pt, tfarinha@isec.pt, p5950@ulusonona.pt

(1) Lusófona University, RCM2* — + Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Portugal.

(2) Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, RCM2* — + Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Portugal.

(3) CISE—Electromechatronic Systems Research Centre, University of Beira Interior, Portugal.

(4) Polytechnic of Coimbra, ISEC, Portugal.

(5) Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes—CEMMPRE, Portugal.

1. INTRODUÇÃO

O transformador de potência eléctrica de alta potência é fundamental para o funcionamento dos sistemas de distribuição de energia. Por conseguinte, as técnicas de detecção e antecipação de avarias são de importância crucial (Zhang *et al.*, 1996). A falha de um transformador de potência pode causar falhas em cascata e perda catastrófica no sistema eléctrico (Liang & Parlikad, 2018).

Os óleos isolantes, devido às suas características dieléctricas, permitem o reforço da estrutura de isolamento dos transformadores. Para o funcionamento do isolamento, o óleo deve ter as propriedades de elevada rigidez dieléctrica e baixo factor de dissipação dieléctrica, para suportar as cargas eléctricas em funcionamento (Kori *et al.*, 2012; Mehta *et al.*, 2016). Os transformadores de potência, ou simplesmente transformadores, de acordo com (Jahromi *et al.*, 2009), têm o valor de equipamento mais elevado num sistema de energia, representando até 60% do investimento total. Os transformadores e os cabos de alta tensão são isolados com uma combinação de papel de celulose e óleo mineral isolante que proporciona 40 anos de fiabilidade. O papel contém cerca de 90% de celulose, 6-7% de hemicelulose e 3-4% de lignina. A celulose é um polímero de glicose natural que se degrada lentamente durante o uso, conforme as cadeias de polímero são quebradas e os produtos de degradação são libertados no óleo (Emsley *et al.*, 2000).

Kumar *et al.* (2013) publicou um fluxograma do procedimento para a manutenção do transformador, como se mostra na Figura 1, e foram feitos esforços para analisar as causas que contribuíram para as falhas do transformador de potência. De acordo com (Dong *et al.*, 2008), os métodos de diagnóstico de potenciais falhas ocultas em transformadores de potência têm atraído um interesse de investigação considerável. Tradicionalmente, o IEEE e a IEC recomendam a análise de gases dissolvidos (DGA) como um método fiável para localizar problemas incipientes ou prováveis em transformadores de potência.

Os transformadores necessitam de bons procedimentos de inspecção e manutenção para garantir o seu funcionamento normal. Quando ocorrem fenómenos anormais num transformador, o óleo isolante e/ou os materiais impregnados de óleo decompõem-se e são produzidos gases inflamáveis como H_2 , CO e hidrocarbonetos como CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , entre outros. A análise dos gases produzidos permite determinar se um transformador está a funcionar normalmente (ou não) e que tipo de avaria pode ter ocorrido (Sun *et al.*, 2012).

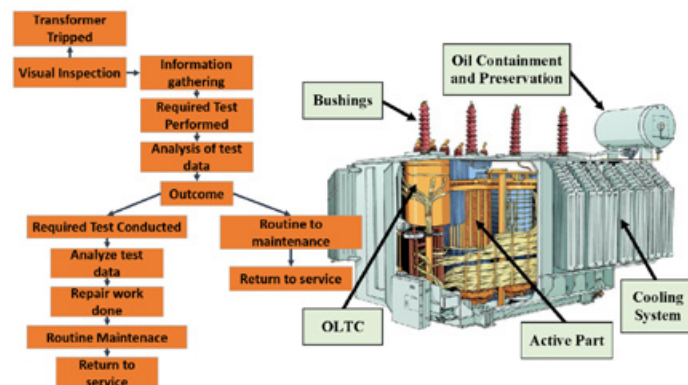


Figura 1. Fluxograma de manutenção de transformadores (Khalil, 2018; Samimi & Ilkhechi, 2020).

Dukarm (1993) mostra como a lógica difusa e as redes neuronais são utilizadas para automatizar os métodos padrão de Análise de Gás Dissolvido (DGA) e melhorar a sua utilidade para o diagnóstico de defeitos em transformadores de potência. A utilização de redes neuronais para DGA, com ou sem lógica difusa, é discutida em alguns trabalhos relacionados que são brevemente descritos.

2. MÉTODOS IEC 60599

O método IEC é amplamente utilizado porque proporciona uma elevada eficiência e uma melhor definição para um diagnóstico consistente na análise cromatográfica do óleo isolante de transformadores. O método baseia-se na quantidade de gases, nomeadamente metano (CH_4), hidrogénio (H_2), etano (C_2H_6), etileno (C_2H_4) e acetileno (C_2H_2), utilizando as seguintes relações para estabelecer o diagnóstico (Rogers, 1978):

$$R_1 = \frac{C_2H_2}{C_2H_4}; R_2 = \frac{CH_4}{H_2}; R_3 = \frac{C_2H_2}{C_2H_6}$$

As relações são apresentadas de forma estruturada na Tabela 1. A tabela mostra as relações de gás e os seus intervalos. Cada um destes intervalos é classificado por um tipo de falha no transformador de potência. Em algumas gamas o valor não é específico, pelo que é assinado como NS. Assim, é possível verificar que algumas falhas podem ser mais fáceis de determinar do que outras.