

Sistema Especialista para Gerenciamento de Sobrecargas em Transformadores de potência

Erasmio Fontana – CTEEP; Luiz Cera Zanetta – PEA/USP; Vagner Vasconcellos – PEA/USP

RESUMO

A operação de qualquer equipamento fora de suas condições nominais é sempre uma situação de risco, porém, tal risco pode ser minimizado através de estudos e análises particulares para cada equipamento. Por essa razão se faz necessária uma análise particular de cada equipamento onde serão identificados os riscos em potencial e a partir daí determinado o grau de confiabilidade do equipamento. Baseado em informações históricas dos equipamentos e algoritmos desenvolvidos com base nas normas vigentes, o Sistema Especialista calcula o máximo carregamento admissível das unidades fornecendo subsídio para as tomadas de decisão mitigando os riscos envolvidos.

PALAVRAS CHAVE

Carregamento de Transformadores, Sistema Especialista, Sobrecarga e Transformador de Potência.

I. OBJETIVO

O objetivo do artigo é relatar o desenvolvimento de um Sistema Especialista que gerencia e simula os patamares de sobrecarga admissíveis de acordo com a NBR-5416/97 [4], baseado no carregamento das últimas 24 horas, temperatura ambiente e condições do óleo isolante.

II. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA ESPECIALISTA

O desenvolvimento do Sistema Especialista foi dividido nas seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica a respeito de falhas de transformadores em âmbito nacional e internacional;
- Análise dos dados obtidos e estudos de viabilidade de implantação;
- Desenvolvimento dos algoritmos de análise dos dados;
- Desenvolvimento implementação do software do Sistema Especialista.

Uma descrição mais detalhada do desenvolvimento do sistema será descrita na sequência deste artigo.

III. DISCUSSÃO DOS DADOS DA PESQUISA E VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

Com base nos resultados obtidos na revisão bibliográfica foi discutido com a CTEEP os requisitos básicos do sistema e quais componentes do transformador deveriam ser monitorados com a finalidade de mitigação dos riscos para a operação dos transformadores em sobrecarga.

A. Requisitos Básicos do Sistema Especialista

Em acordo com a CTEEP foram definidos os requisitos mínimos para o desenvolvimento do Sistema Especialista que se encontram a seguir.

- Seleção do transformador na 1ª tela do programa;
- Carregamento de forma automática dos dados de carregamento provenientes do Sistema SCADA;
- Cálculo dos patamares de sobrecarga admissíveis para o transformador selecionado na primeira tela.

B. Desenvolvimento do Sistema Especialista

Foi desenvolvido um sistema de gerenciamento e cálculo dos patamares admissíveis de sobrecarga em transformadores de potência de acordo com a norma NBR-5416/97, [4].

O sistema foi desenvolvido com base nas equações de aquecimento constantes na norma anteriormente citada onde leva-se em conta a curva de carga do transformador, temperatura ambiente e duração da ponta.

Outro ponto importante do sistema são as informações referentes ao óleo isolante e restrições físicas dos transformadores e ou subestações onde encontram-se instalados.

IV. TOPOLOGIA DO SISTEMA ESPECIALISTA

O sistema especialista fará o cálculo de carregamento máximo dos transformadores e seus respectivos tempos de carregamento de acordo com os dados obtidos do Sistema SCADA.

Os resultados obtidos nas simulações de carregamento serão confrontados com dados de ensaios de óleo isolante e analisados em conjunto para se definir a condição de sobrecarga que pode ser aplicada ao transformador.



Figura 1 – Topologia do Sistema

O Sistema Especialista é composto por 3 módulos, carregamento, ensaios de óleo e restrições.

A. Módulo de Carregamento

O Sistema Especialista coleta os dados de forma automática do Sistema SCADA a partir da seleção do transformador na primeira tela.

A partir da seleção do transformador o sistema carrega as últimas 24 leituras horárias de Potência Aparente (MVA) construindo a curva de carga do transformador que servirá de base para os cálculos dos patamares admissíveis de sobrecarga.

No módulo de carregamento são inseridos os dados extraídos do Sistema SCADA que alimentarão os algoritmos desenvolvidos e montados a partir das equações de aquecimento do transformador.

O módulo de carregamento é o responsável pelos cálculos dos máximos patamares de carregamento admissíveis de acordo com as equações de aquecimento e diretrizes na norma NBR-5416/97, [4].

Com base nos valores obtidos a partir das equações de aquecimento definimos os máximos patamares de carga e os seus respectivos tempos de aplicação respeitando os máximos valores de temperatura do óleo e enrolamento estabelecido nas normas.

No sistema o operador pode simular o patamar de carregamento desejado ou o tempo que necessita operar em sobrecarga.

Para ambos os casos o sistema faz os cálculos baseados na curva de carga das últimas 24 horas, extraídas do Sistema SCADA, temperatura ambiente e condições do óleo isolante.

Na tela principal do programa ao escolhermos o transformador e inserirmos sua curva de carga o sistema calcula automaticamente os patamares de sobrecarga para os tempos 0,5, 1, 2, 4, 8 e 24 horas.

B. Módulo de Ensaios de óleo

O outro módulo do Sistema Especialista faz a análise das condições do óleo isolante informando automaticamente se há alguma restrição no óleo isolante que impede a operação em sobrecarga do transformador.

O módulo do óleo isolante faz uma análise das características dos ensaios físico-químicos e de cromatografia gasosa em com base nos resultados restringe ou libera a operação dos transformadores acima das condições nominais.

No módulo do óleo isolante os resultados dos ensaios físico-químicos são comparados com valores máximos e mínimos admissíveis e dessa forma emitido um diagnóstico liberando ou não o transformador para a operação em sobrecarga.

Para a cromatografia gasosa o transformador só é liberado para a operação em sobrecarga caso este ensaio ateste nada de anormal com o equipamento de acordo com a norma NBR 7274/82, [5].

Em ambos os ensaios analisados no módulo de carregamento, os valores destes são inseridos de forma manual pelo operador do sistema.

A proposta futura é integrarmos o banco de dados de ensaio de óleo isolante da CTEEP com o Sistema Especialista visando otimizar as informações entre os sistemas.

C. Módulo de Restrições

O módulo de restrições contempla as informações que por ventura possam limitar o carregamento dos transformadores como, por exemplo, limitações de buchas, comutadores sob carga, barramentos das subestações, etc.

O módulo de restrições informa o de carregamento quanto as restrições existentes e estabelece os patamares máximos de carregamento para cada transformador.

Por exemplo, há transformadores que tem limite de carregamento de 120% devido ao tipo construtivo da bucha AT.

Para esses transformadores o módulo de restrições informa o Sistema Especialista e os patamares de carregamento são calculados para esse valor máximo, mesmo que o transformador suporte patamares maiores de sobrecarga de acordo com a NBR-5416/97.

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos no projeto foram satisfatórios já que o operador do sistema conta com uma ferramenta que pode simular os patamares de carregamento admissíveis de forma ágil e segura.

Uma das contribuições em relação ao projeto é a respeito da medição de temperatura dos transformadores.

Quanto melhor for a medição, mais segura e confiável será a operação destes equipamentos em condição de sobrecarga, justificando o investimento em modernização destes dispositivos.

Além disso, o sistema disponibiliza de forma rápida as informações sobre as condições do óleo isolante permitindo ao operador a informação imediata da condição do transformador sem a necessidade de consulta a outros órgãos da empresa.

Para desenvolvimentos futuros sugerimos que sejam inseridas mais informações a respeito dos transformadores tais como ensaios de Grau de Polimerização, 2FAL, informações de manutenção, ocorrências relevantes, etc.

Com a inclusão destas informações poderemos desenvolver mais algoritmos, que em conjunto com os já existentes fornecerão diagnósticos ainda mais precisos, aumentando a confiabilidade destes equipamentos seja em condição normal de operação ou em sobrecarga.

VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] T.V Oommen – Buble Evolution from Transformer Overload – IEEE 2001;
- [2] Jarman, Paul N, Darwin (Doble), Allan W (Areva Transformers) – Experimental and Numerical Investigation of frequency response analysis Method for diagnosing transformer winding deformations – Doble Conference 2002 – USA.
- [3] CIGRE Working Group Life Management of Transformers, Final Report “Life Management Techniques for Power Transformers” (to be issued).
- [4] NBR 5416/97 – Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência – Procedimento
- [5] NBR 7274/82 – Interpretação da Análise dos Gases de Transformadores em Serviço.
- [6] VASCONCELLOS, V, Proposição de um Sistema Integrado de Gestão de Transformadores – Dissertação de Mestrado – EPUSP / 2007.
- [7] ALVES, M.E.G – Monitoração de buchas condensivas com papel impregnado com óleo – Dissertação de Mestrado EPUSP 2004.

[8] CIGRE Working Group Life Management of Transformers, Final Report “Life Management Techniques for Power Transformers” - 2005;

[9] MILASCH, M. Manutenção em Transformadores em Líquido Isolante Eletrobrás/EFEL. Edgard Blücher Ltda, 1984.

[10] NBR 7274/82. Interpretação e Análise dos Gases de Transformadores em serviço;

[11] MESSIAS, J. R – Guia Prático de Ensaios Físico-Químicos na Manutenção de Transformadores em Óleo – Cone Editora, 1993;

[12] MENDES, J.C – Redução de Falhas em Grandes Transformadores de Potência. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, 1995;

[13] VASCONCELLOS V, ZANETTA LC Jr Determinação do Carregamento Máximo Admissível de Transformadores de Potência através de Curvas Características – XVII SENDI 2006 – Belo Horizonte – MG.

