



Grupo de Estudo de Transformadores, Reatores, Materiais e Tecnologias Emergentes-GTM

Análise do Comportamento dos Enrolamentos de um Transformador de Potência Durante a Energização

LUCAS SOUSA MAHMUD(1); DIOGE DE SOUZA LIMA(1); WELLINGTON DA SILVA FONSECA(2); DIEGO DE AZEVEDO GOMES(1); JOSÉ CARLOS DA SILVA(1); UNIFESSPA(1);UFPA(2);

RESUMO

Neste artigo será realizado um estudo do comportamento eletromagnético e estrutural de um transformador de 50 MVA presente em um banco trifásico de uma subestação, com o intuito de avaliar os esforços sofridos pelos enrolamentos, cujos resultados são obtidos por meio do acoplamento eletromagneto-mecânico. Inicialmente serão mostradas as formulações para o cálculo das forças eletromagnéticas. Em seguida será descrita a metodologia para modelagem computacional do transformador, desde a obtenção da curva da corrente de energização ao desenho tridimensional do mesmo. Por fim, serão coletados os resultados das análises para avaliação da integridade física dos enrolamentos em função do tempo.

PALAVRAS-CHAVE

Corrente de energização, Forças eletromagnéticas, Deformação, Estresse, Fator de segurança.

1.0 - INTRODUÇÃO

Os transformadores de potência possuem um papel de suma importância nos sistemas de conversão de energia, envolvendo usinas, indústrias e subestações. Tais dispositivos têm a função de transferir energia de um ponto a outro sem a necessidade de alterar a frequência, bem como aumentar ou diminuir os níveis de tensão e corrente de acordo com a demanda existente, seja ela um grupo de consumidores ou de geradores (1). No entanto, os transformadores sofrem desgaste com o uso, sendo que grande parte dos defeitos decorre de esforços mecânicos oriundos das condições de energização, que por sua vez causam deformações nos enrolamentos, vibração, aquecimento, contribuindo para a redução da vida útil dos transformadores. Esta problemática gera custos de manutenção, diminui receitas e, conseqüentemente, acarreta prejuízos. Além disso ainda poderá haver penalidades à prestadora do serviço (2).

O fenômeno da energização ocorre ao conectar o transformador à rede elétrica por meio do chaveamento com a fonte de tensão senoidal. A corrente de energização apresenta como característica um alto valor de pico, podendo até ultrapassar em 6 a 8 vezes o valor de pico da corrente nominal e pode ser afetado por vários fatores, tais como o ângulo de defasagem da fonte de tensão, a densidade de magnetismo residual, o instante do chaveamento, a resistência em série, entre outros (3). E o fator agravante é o tempo de exposição a este tipo de corrente, podendo durar dezenas de milissegundos, e também a frequência com que a mesma se manifesta, podendo ser considerada, pois, uma operação de serviço (4).

Tendo em vista a necessidade de diminuir esses efeitos, os estudos computacionais tornam-se importantes para previsão dos efeitos das altas correntes nos enrolamentos. Devido a isso, existem artigos que contribuíram para o desenvolvimento do estudo. Em (5) foram realizados estudos baseado no *Time Stepping Finite Element Method* (TSFEM) sendo apresentados como resultados o comportamento da indução magnética no núcleo e nos

enrolamentos de um transformador trifásico para diferentes instantes de tempo em uma análise 3D, bem como das forças axiais e radiais oriundas das correntes de energização sobre os enrolamentos. Tal metodologia permitiu transcender a análise estática, já que trabalhos anteriores apresentavam estudos baseados apenas no primeiro pico da corrente, cuja condição é a mais severa. Em (6) foi apresentada uma análise 2D MEF e 3D MEF para avaliar os comportamentos eletromagnético e mecânico, respectivamente, em enrolamentos tipo disco de um transformador de 220kV durante a corrente de curto-circuito. É obtido a força eletromagnética, a resposta dinâmica transitória de deformação dos enrolamentos e a tensão mecânica.

Assim, neste trabalho será feita uma análise numérica computacional do comportamento eletromagnético e mecânico dos enrolamentos de um transformador de 50 MVA durante todos os picos da energização do mesmo, por meio de programa computacional baseado no método dos elementos finitos, que por sua vez é uma formulação numérica que permite dividir uma geometria complexa em elementos mais simples descritos por equações diferenciais parciais com determinadas condições de contorno (7). O comportamento elétrico do transformador será obtido por meio de programa computacional baseado capaz de simular transitórios eletromagnéticos em redes polifásicas por meio de método que utiliza a matriz admitância de barras (8), para que a forma de onda da corrente seja aplicada na simulação eletromagnética.

2.0 - MODELAGEM MATEMÁTICA DO TRANSFORMADOR

Para que o estudo do transformador possa ser realizado, é necessário compreender a formulação matemática que rege o comportamento do mesmo, envolvendo as forças eletromagnéticas, o cálculo da corrente de energização e das deformações e estresse, bem como o fator de segurança dos enrolamentos.

2.1 Forças eletromagnéticas

De acordo com a teoria eletrodinâmica, a densidade de força \vec{f} (N/m³) num dado volume de um enrolamento de um transformador é igual ao produto vetorial da densidade de corrente \vec{J} (A/m²) no enrolamento pela indução magnética \vec{B} (T), o que equivale à expressão básica das forças de Lorentz, conforme demonstrado na Equação 1 (9).

$$\vec{f} = \vec{J} \times \vec{B} \quad (1)$$

O processo de interação entre a indução magnética e a corrente acontece de duas formas diferentes. No primeiro caso a componente axial da indução magnética interage com a corrente do enrolamento, resultando em uma força de componente radial. No segundo caso a interação entre a componente radial da indução magnética com a densidade de corrente resulta em uma força axial responsável pelos esforços de compressão (10). A partir dessa análise, é possível obter as fórmulas para obtenção das forças radiais e axiais, respectivamente, conforme a Equação 2.

$$\vec{f}_R = \vec{J} \times \vec{B}_A \quad \text{e} \quad \vec{f}_A = \vec{J} \times \vec{B}_R \quad (2)$$

Em que \vec{f}_R é a força radial, \vec{f}_A é a força axial, \vec{B}_R é a componente radial da indução magnética e \vec{B}_A é a componente axial da indução magnética.

2.2 Deformação, estresse mecânico e fator de segurança

No projeto de engenharia de transformadores, é extremamente importante conhecer o comportamento do material utilizado, isto é, suas propriedades mecânicas em várias condições de uso. Estas condições são caracterizadas por um conjunto de variáveis como temperatura, tipos de carga aplicada e sua frequência de uso, desgaste, deformação, atmosfera corrosiva, entre outros (11).

A força transmitida através de qualquer seção dividida pela área dessa seção é chamada intensidade de estresse (σ). Se a carga é assumida como uniformemente distribuída sobre a seção, então de acordo com (12) tem-se:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (7)$$

A relação matemática que permite determinar a deformação (ou porcentagem de alongamento) de um corpo na faixa elástica é dada pela Equação 8 (13).

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (8)$$

Onde ε : deformação; l_0 : comprimento inicial; l_f : comprimento final; Δl : extensão de alongamento.

Se o material usado ainda é linear-elástico, ou seja, se a tensão é proporcional à tensão na região elástica, a lei de Hooke é válido e a inclinação da curva é chamada de módulo de elasticidade representada pela Equação 9 (13).

$$\sigma = E\varepsilon \quad (9)$$

Onde, σ : estresse mecânico aplicado; E: elasticidade do material (Young's) módulo.

Para determinar a resistência mecânica de um enrolamento de transformador, além do módulo de elasticidade definido anteriormente, outra propriedade importante do material condutor direto é o seu limite de proporcionalidade. Explicando o termo em detalhes, é a tensão máxima (também chamada de tensão de escoamento) que o material também suporta na faixa elástica de deformação, mantendo seu comportamento consistente com a Lei de Hooke. A partir dessa lei, pode-se obter a Equação 10 (13).

$$\sigma = \frac{E\Delta l}{l_0} \quad (10)$$

Assim, com base no limite proporcional do material, é possível restringir a tensão do material a um nível seguro. Nesse caso, conseqüentemente, é comum usar um fator de segurança. O fator de segurança é a relação entre a carga máxima (acordada no projeto de transformação) e o limite proporcional, uma vez que é destina-se a manter uma estrutura na faixa elástica e a carga admissível (carga a ser respeitada para manter a estrutura segura) dada pela Equação 11 (13).

$$SF = \frac{\sigma_{m\acute{a}x}}{\sigma_{adm}} \quad (11)$$

Onde SF: fator de segurança; $\sigma_{m\acute{a}x}$: estresse final; σ_{adm} : estresse de trabalho.

3.0 - MODELAGEM COMPUTACIONAL

Inicialmente para realizar a análise de eletromagnética e mecânica, toma-se com objeto de estudo um transformador monofásico de 50MVA com razões de tensão de 230/69/13.8 kV. Neste tópico serão mostrados a modelagem do transformador e a descrição da metodologia proposta para as análises eletromagnética e estrutural.

3.1 Características do transformador

A Tabela 1 mostra as especificações dos enrolamentos do referido transformador (11).

Tabela 1 – Dados dos enrolamentos do transformador de 50MVA

Enrolamento		Alta Tensão	Baixa Tensão	Terciário
Ligação do Banco		Estrela	Estrela	Triângulo
Potência (MVA)	50	50	2	
Tensão (kV)	230	69	13,8	
Seção do cobre (mm ²)	123,72	397,20	447,72	
Frequência (Hz)		60		
Tensão de Escoamento do Cobre (Mpa)		130		
Tensão Última do Cobre (MPa)		280		
Densidade do Cobre (Kg/m ³)		830		
Módulo de elasticidade (GPa)		110		
Número de espiras		572	191	66
Diâmetro médio (mm)	1502	1179	928	
Altura dos Enrolamentos (mm)		2080	2080	2080

Para a obtenção da corrente de energização, bem como a análise eletromagnética são utilizadas a potência, tensão e a frequência de operação. Já para a análise estrutural leva-se em consideração a tensão de escoamento do cobre, a tensão última, a densidade e o módulo de Young. A tensão de escoamento do cobre determina o valor máximo que o material suporta antes de sair da zona elástica para a zona plástica, quando a deformação do material se torna permanente. A tensão última do cobre é o valor máximo que o material suporta antes de uma ruptura, e o módulo de elasticidade está relacionada a rigidez do material, ou seja, a resistência à tração (13).

Além dos dados da Tabela 1 tem-se como parâmetro para a análise eletromagnética a curva de magnetização do núcleo do transformador em estudo, cujos valores encontram-se na Figura 1.

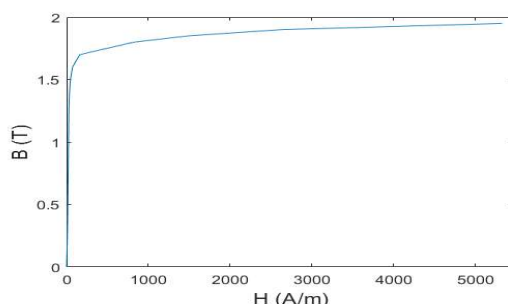


FIGURA 1 – Curva de magnetização do núcleo do transformador de 50 MVA

Ao inserir os dados constantes na Tabela 1 referentes à geometria do transformador e na Figura 2, tem-se o modelo computacional de acordo com a Figura 2, onde há a presença de espaçadores nas extremidades superior e inferior dos enrolamentos a fim de contemplar a análise estrutural.

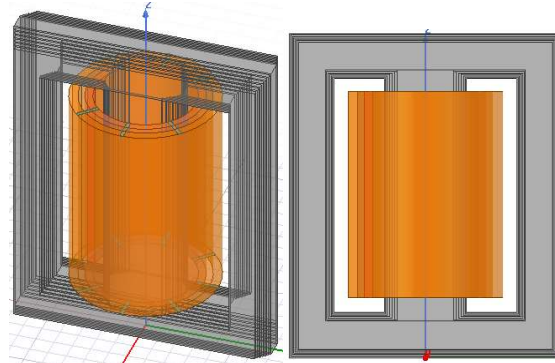


FIGURA 2 – Modelo tridimensional do transformador de 50 MVA

Ressalta-se que o objeto de estudo para as análises eletromagnéticas e estruturais leva em consideração somente os enrolamentos externo e interno do transformador de potência. Para isso, os enrolamentos terciário e ratificador não foram utilizados. Com isso, o custo computacional pode ser reduzido.

3.2 Comportamento da corrente de energização

Para obter o comportamento da corrente de *inrush*, o circuito foi modelado a partir de uma fonte trifásica de tensão de 230 kV. Com isso, um banco trifásico de transformadores monofásicos e as chaves de acionamento, cujo tempo de chaveamento foi configurado para 0,2 milissegundos, conforme demonstrado na Figura 3.

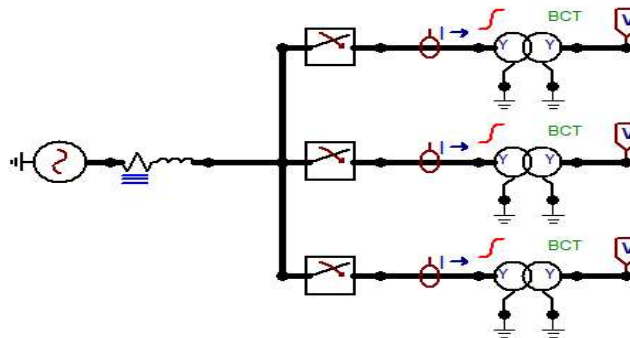


FIGURA 3 – Banco trifásico de transformadores de 50 MVA

Após a simulação do circuito foram coletadas as correntes de energização necessárias para a simulação eletromagnética. Assim, a Figura 4 mostra a forma de onda da corrente obtida pela simulação.

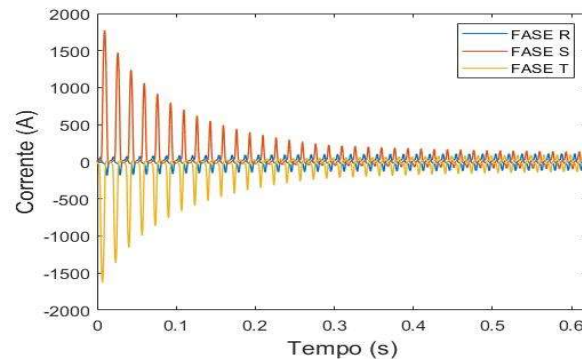


FIGURA 4 – Comportamento da corrente de energização para a simulação eletromagnética

3.3 Modelo da análise eletromagnética-estrutural

A dinâmica de funcionamento desta análise funciona da seguinte maneira: primeiramente aplica-se a excitação obtida na Figura 4 no enrolamento externo do transformador, a fim de obter as densidades de fluxo de dispersão e, posteriormente, as forças atuantes no mesmo. Depois, exporta-se os resultados das forças para avaliação dos seus efeitos na estrutura, como o estresse sofrido e as deformações. Assim, o diagrama de blocos que representa este acoplamento está mostrado na Figura 5.

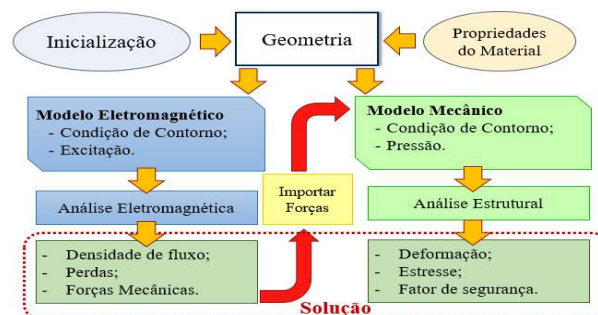


FIGURA 5 – Metodologia de simulação eletromagnética e estrutural

4.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise eletromagnética

A Figura 6 mostra o fluxo magnético no núcleo, cujo valor máximo na média altura alcança 7,34 T, bem acima do limite de saturação mostrado na Figura 1.

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

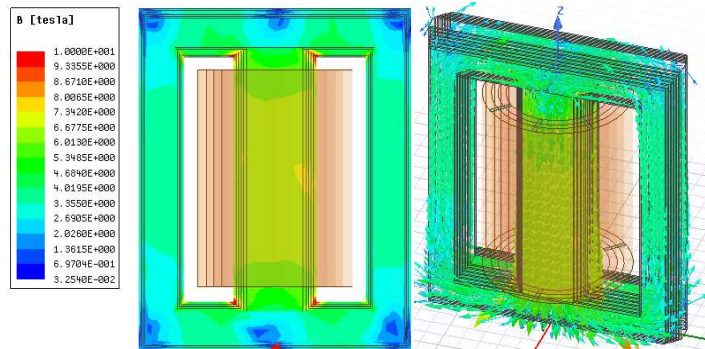


FIGURA 6 – Densidade de fluxo no núcleo do transformador de 50 MVA

A Figura 7 mostra os fluxos residuais radial e axial do enrolamento de alta tensão. Por meio desta pode-se notar que a indução magnética radial tende a ocorrer com maiores intensidades nas extremidades superiores e inferiores do enrolamento. Entretanto, a indução magnética axial apresenta maiores intensidades na altura média do enrolamento, diminuindo consideravelmente a medida que se distancia as suas extremidades.

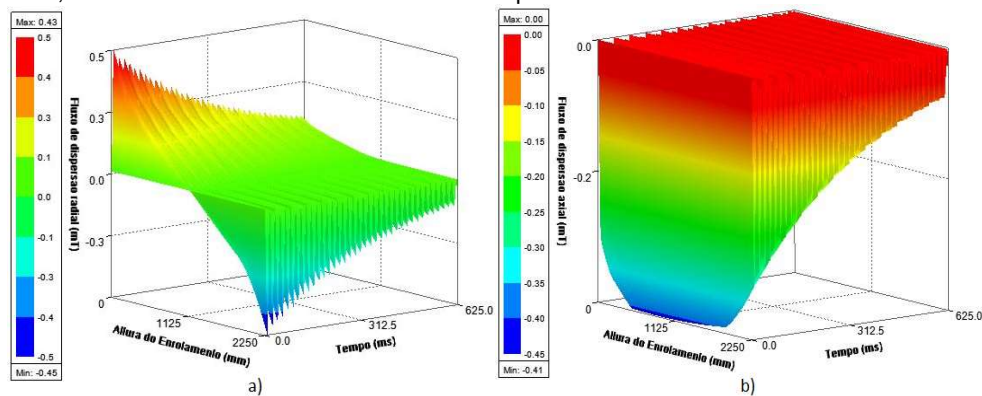


FIGURA 7 – Fluxo residual do enrolamento de alta tensão: a) radial e b) axial

A interação entre a indução magnética radial e axial do enrolamento e a densidade de corrente gera forças que podem ser decompostas em componentes axiais e radiais, conforme demonstrado na Equação 2. Assim, as forças axiais e radiais no tempo durante a energização do transformador são apresentadas na Figura 8, em que as forças axiais tendem a comprimir verticalmente o enrolamento, e as forças radiais causam a sua expansão horizontal.

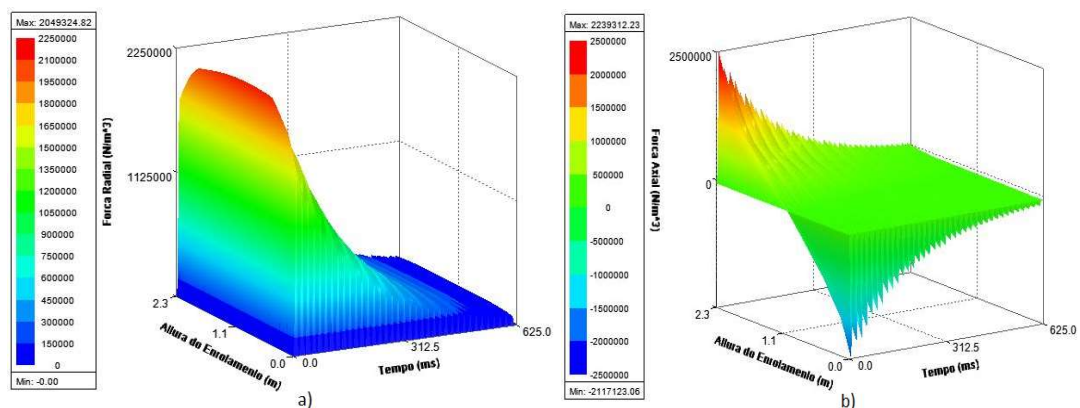


FIGURA 8 – Densidades de força no enrolamento de alta tensão: a) radial e b) axial

As correntes de energização alcançam uma densidade de forças de até $2,239 \text{ MN/m}^2$, e, portanto, são suficientes para causar estresses mecânicos elevados e deformações na estrutura do enrolamento, conforme será mostrado na análise estrutural.

4.2 Análise estrutural

A análise da integridade física do enrolamento do transformador requer importar as forças obtidas na análise eletromagnética. Após este passo define-se como condição de contorno a temperatura ambiente de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ em que os enrolamentos estão inseridos e a fixação dos espaçadores. Com isso obtém-se os valores de deformação no domínio do tempo conforme a Figura 9.

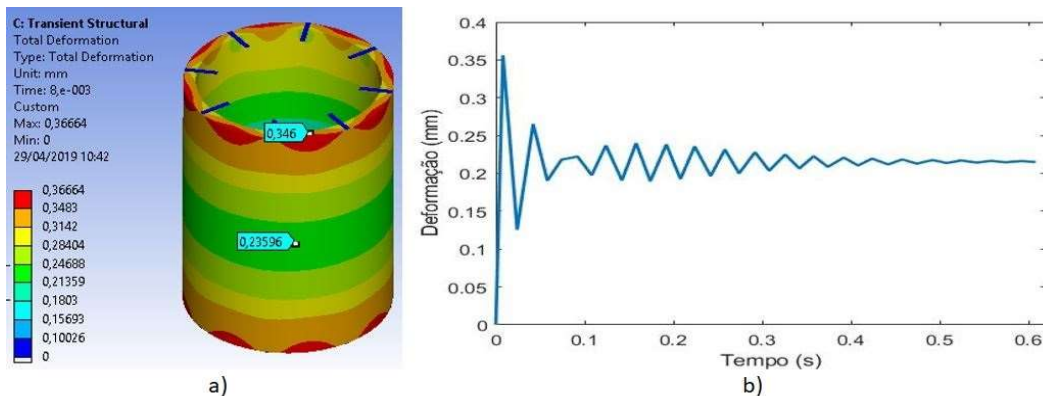


FIGURA 9 – Deformação gerada pelas forças eletromagnéticas no enrolamento de alta tensão: a) instante de valor máximo; b) em todos os picos da energização

Com a ocorrência da energização, os primeiros instantes de tempo apresentam maiores intensidade de deformação, alcançando valores de até 0,35 mm na direção axial entre os espaçadores, ratificando os maiores valores de forças axiais em relação às radiais. Devido à maior incidência das forças radiais, o estresse mecânico ocorrerá com maior intensidade sobre os espaçadores, e dependendo do valor alcançado, pode-se prejudicar a integridade da estrutura do enrolamento. Assim, a Figura 10 mostra o comportamento do estresse mecânico no enrolamento do transformador no domínio do tempo, em que o valor máximo alcança 57,3 MPa.

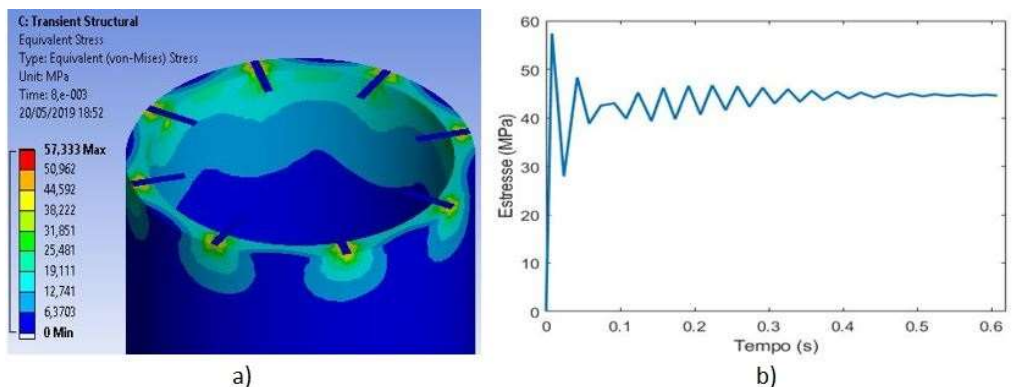


FIGURA 10 – Estresse mecânico no enrolamento de alta tensão: a) no instante de valor máximo; b) em todos os picos da energização

Comparando os valores da Figura 10 com os fornecidos na Tabela 1, o valor da tensão mecânica obtido durante a energização é praticamente a metade da tensão de escoamento, cujo valor é 130 MPa, e por isso não

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

compromete o funcionamento do equipamento. No entanto, o fenômeno da energização ocorre várias vezes, causando, pois, a diminuição da vida útil do transformador devido às sucessivas exposições a altas correntes.

Para avaliar o grau de segurança do enrolamento do transformador durante a sua energização, é realizado a análise do fator de segurança. Com isso, a faixa definida para a análise computacional é de 0 a 15, saindo de inseguro a altamente seguro. Os valores abaixo de 1 serão considerados altamente críticos. Assim, na Figura 11 é apresentado o fator de segurança para o enrolamento externo durante a energização do transformador.

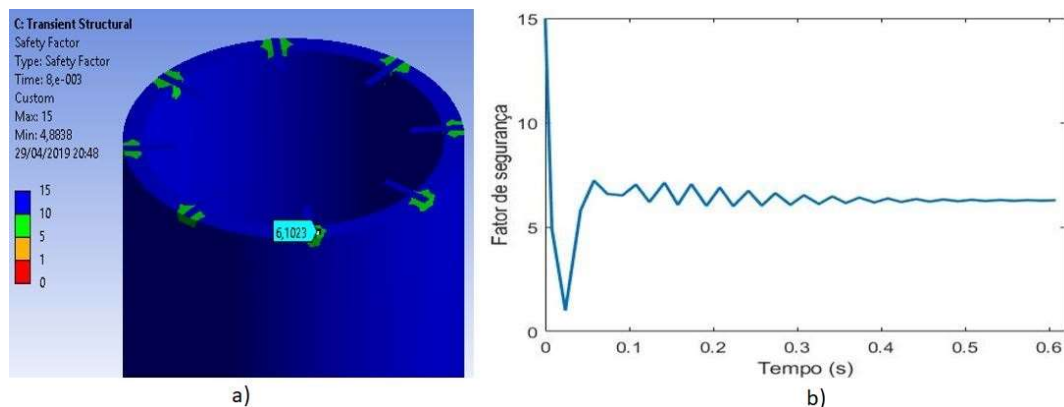


FIGURA 11 – Fator de segurança do enrolamento de alta tensão: a) no instante de valor máximo; b) em todos os picos da energização

A partir dos resultados apresentados na Figura 11, destaca-se que durante a energização do transformador, no instante de tempo de 0,008 segundos o enrolamento do transformador alcança um valor de 2 no grau de segurança. Observa-se ainda que esse grau de segurança ocorre no mesmo instante de tempo para o estresse mecânico máximo obtido, conforme apresentado na Figura 10. No entanto, mesmo com a diminuição da corrente, as solicitações mecânicas mantiveram-se constantes, devido a temperatura também constante aplicada na simulação, que contribui para o estresse térmico. Uma pesquisa realizada em (14) demonstra que à medida em que há um aumento de temperatura, a deformação ocorre com menores solicitações mecânicas, e assim os danos gerados aos materiais estudados são maiores.

5.0 - CONCLUSÃO

Neste artigo, a análise eletromagnética-estrutural um transformador de 50 MVA quando submetido a correntes de energização, obtendo resultados em um modelo tridimensional. Foram demonstrados resultados da indução magnética durante a energização do transformador. Tal corrente altera o caminho do fluxo, causando um aumento significativo no campo perdido e, conseqüentemente, nas forças eletromagnéticas radiais e axiais. A partir destas obteve-se o comportamento estrutural do equipamento por meio do acoplamento eletromagneto-mecânico. Com os resultados, pode-se observar que a deformação é maior nas extremidades do enrolamento do transformador, pois na mesma parte é obtido maiores intensidades da indução magnética no enrolamento. Devido às elevadas intensidades das forças axiais de compressão que atingem as extremidades dos enrolamentos, a deformação gerada pode danificar suas estruturas de fixação, gerado pelo estresse mecânico conforme mostrado nos gráficos, cujas solicitações são maiores nos espaçadores.

A metodologia aplicada ilustra de maneira satisfatória o comportamento do enrolamento sob condições de energização, tornando-a um instrumento de projeto para construção de transformadores ou para predição de falhas. No entanto, para uma maior precisão nos resultados é necessário modificar a geometria, passando a utilizar o formato do enrolamento em discos, bem como os respectivos espaçadores, de forma a detalhar as informações para cada disco, como o estresse sofrido por cada um e o fator de segurança. Além disso, torna-se conveniente avaliar também os efeitos das variações de temperaturas causadas pelas elevadas correntes no aumento do estresse nos enrolamentos, dessa maneira caracterizando melhor a realidade.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) LIMA, Diorge de Souza. Análise de Esforços Eletromagnéticos nos Enrolamentos de Transformadores Ocasionados por Correntes de Curto-Circuito e Corrente de Inrush. 123 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Pará. Tucuruí-PA, 2014.
- (2) FONSECA, W. S.; LOPES, A. C.; NUNES, M. V. Modelagem de Esforços Eletromecânicos de Transformador de Núcleo Amorfo através do Método de Elementos Finitos. Anais do T&D Transmission and Distribution IEEE Latino América, São Paulo, Brasil, 06p, 2010.
- (3) KULKARNI, S. V.; KHAPARDE, S. A. Transformer Engineering: Design and Practice. Marcel Dekker, Inc, Nova York, 2012.
- (4) STEURER, M.; FROHLICH, K. The impact of inrush currents on the mechanical stress of high voltage power transformer coil. IEEE Transactions on Power Delivery, v.17, n.1, p. 155-160, January 2002.
- (5) NAJAFI, Atabak; ISKENDER, Ires. Electromagnetic force investigation on distribution transformer under unbalanced faults based on time stepping finite element methods. Electrical Power and Energy Systems, [S.l.], p. 147-155, mar. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 27 nov. 2018.
- (6) ZHANG, H.; YANG, B.; XU, W.; WANG, S.; WANG, G.; HUANGFU, Y.; ZHANG, J.; Dynamic Deformation Analysis of Power Transformer Windings in Short-Circuit Fault by FEM. IEEE Transactions On Applied Superconductivity, v. 24, n. 3, junho 2014.
- (7) FONSECA, Wellington da Silva. Análise de Esforços Eletromagneto-Mecânicos nos Enrolamentos de um Transformador Sob Condições de Correntes de Inrush. 99 p. Tese (Doutor de Engenharia Elétrica) - PPGEE, UFPA, Belém - PA, 2016.
- (8) DOMMEL, H. W.; Electromagnetic Transients Program Reference Manual (EMTP Theory Book). Portland, OR: Prepared for BPA, Aug, 1986.
- (9) AHN, H. M.; OH, Y. H.; KIM, J. K.; SONG, J. S. S.; HAHN, S. C. Experimental Verification and Finite Element Analysis of Short-Circuit Electromagnetic Force for Dry-Type Transformer. IEEE Transactions on Magnetics, v.28, n. 2, p. 819-822, fevereiro 2012.
- (10) ROSENTINO JUNIOR, Arnaldo José Pereira. Estimativa dos esforços eletromecânicos em transformadores submetidos a um curto-circuito trifásico. 2010. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.
- (11) FONSECA, W. S.; LIMA, D. S.; LIMA, A. K. F.; NUNES, M. V. A.; BEZERRA, U. H.; AND SOEIRO, N. S. Analysis of Structural Behavior of Transformer's Winding Under Inrush Current Conditions. IEEE Transactions on Industry Applications. Volume 54; Issue 3. May-June 2018.
- (12) BAKSHI, A.; KULKARNI, S.V.; Coupled Electromagnetic-Structural Analysis of the Spiraling Phenomenon in a Helical Winding of a Power Transformer. IEEE Transactions On Power Delivery, v. 29, n. 1, pp. 235-240, February 2014.
- (13) HIBBELER, R.C.; Strength of Materials. 5.º Ed., Technical and Scientific Books Publisher, 2006.
- (14) PACHECO, Livia Julio. Efeito da temperatura e da taxa de deformação no comportamento mecânico do PEAD reciclado. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal Fluminense, RJ, 2014.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



*) Avenida Antônio Maia, n° 1010 – Velha Marabá – CEP 68500-005 Marabá, PA, – Brasil
Tel: (+55 94) 98131-7775 – Email: lucasmahmud@unifesspa.edu.br

10 a 13 de novembro de 2019
Belo Horizonte - MG

Lucas Sousa Mahmud é atualmente estudante de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Possui interesses em Instalações Elétricas Prediais e Industriais, Sistemas de potência, máquinas elétricas rotativas e transformadores, modelagem de sistemas elétricos e de equipamentos.



Diorge de Souza Lima. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará - UFPA (2014) e Mestrado em Engenharia Elétrica, tendo como ênfase na área de Sistemas Elétricos de Potência obtido na Universidade Federal do Pará - UFPA (2016). Com o doutorado em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) na UFPA. Apresenta interesses nas seguintes áreas: Distúrbios no Sistema Elétrico, Qualidade da Energia Elétrica, Eficiência Energética, Fontes Renováveis, Geração Distribuída, Método de Elementos Finitos e Análises de equipamentos conectados ao sistema elétrico. Atualmente, é professor do Instituto de Geociências e Engenharias - IGE na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA.



Wellington da Silva Fonseca é formado em Física pela Universidade Federal do Pará (2007) e mestre e doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2010 e 2016, respectivamente). Atualmente é professor do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará - ITEC / FEEB. Ele é pesquisador do CEAMAZON - Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia. É professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - PPGEM / UFPA e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGDOC / UFPA. Tem experiência na área de Física e Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletromagnetismo de Baixa Frequência, interações entre Fenômenos Eletromagnéticos e Mecânicos, Materiais Elétricos, Educação em Engenharia, Ensino de Física, Novas Metodologias para Educação em Engenharia, Energia, Modelagem de Dispositivos Eletromagnéticos e Eletromecânicos usando Método dos Elementos Finitos.



Diego de Azevedo Gomes recebeu o título de Doutor em Telecomunicações pela Universidade Federal do Pará, Brasil, em 2017. Atualmente é Professor da Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Seus interesses de pesquisa incluem Sistemas de comunicação MIMO e processamento digital de sinais aplicados a aprendizado de máquina.



Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso (1997), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (2000) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (2005). Atualmente é professor adjunto da UNIFESSPA (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará). Foi pesquisador na área de circuitos integrados analógicos e mistos para aplicação em energia e comunicação de dados. Foi coordenador de projeto de P&D na FACTI - Fundação de Apoio a Tecnologia da Informação. Liderou o projeto da interface analógica para decodificador comercial de leitora para cartão magnético em um ASIC - Projeto DECODE/FINEP. Liderou o grupo de projetos na área de circuitos analógicos para aplicações em Unidades Gerenciadoras de Potência - PMU (Power Management Units). Foi coordenador Técnico o grupo de projetos de circuitos integrados mistos (analógico e digital) do Projeto SoC para aplicações em Smart-Grid no âmbito do programa CI-BRASIL. Tem experiência em projetos na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Eletrônica, Microeletrônica e Optoeletrônica. Atua, principalmente, nos seguintes temas: Tecnologias CMOS, Circuitos Integrados, Amplificadores, Controle Automático de Ganho e Integração de Sistemas em Chip.