



A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO EM UTILIZAR MÉTODOS COMPUTACIONAIS PARA ANÁLISES DE ESTADOS TRANSITÓRIOS EM TRANSFORMADORES

Diorge de Souza Lima – diorge.lima15@gmail.com
Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Tucuruí
Faculdade de Engenharia Elétrica – Tucuruí – Pará

Wellington da Silva Fonseca – fonseca@ufpa.br
Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Ananindeua
Faculdade de Bacharelado em Ciência & Tecnologia – Ananindeua – Pará

***Resumo:** Atualmente, é comum o uso de softwares especializados para auxiliar nas etapas diárias dos engenheiros. A utilização dessa ferramenta tem aumentado em modelos matemáticos de elevada complexidade, principalmente em dispositivos elétricos sujeitos a estados transitórios, como por exemplo, em transformadores de potência. Esses equipamentos são de grande importância para o sistema elétrico nacional, sendo os responsáveis pela viabilidade na transmissão e ligação dos centros geradores aos consumidores. Assim, devido a sua importância o projeto desses dispositivos deve ser realizado prevendo situações mais severas que possa ser submetido. Porém, a prática mostra inúmeras falhas, dentre as mais frequentes, destaca-se os esforços eletromecânicos nas bobinas de transformadores ocasionados por corrente de inrush e de curto-circuito. Dessa maneira, o presente trabalho demonstra a importância do atual engenheiro em realizar análise computacional do comportamento de transformadores quando submetidos a estados transitórios. Para isso, foi utilizando o método de elementos finito (MEF) para a modelagem de um transformador monofásico de 50MVA. Desse modo, inicialmente é apresentado à importância da inserção dos transformadores nos dias atuais. Posteriormente, fórmulas necessárias para o cálculo das componentes axiais e radiais das forças eletromagnéticas. Por fim, as análises computacionais que serão validadas com os cálculos contidos na folha de dados do equipamento.*

***Palavras-chave:** Engenheiro, Transitórios, Transformadores, MEF.*

1. INTRODUÇÃO

Transformadores são equipamentos essenciais para a operação dos sistemas elétricos, apresentando o nível mais elevado nos custos dentre os dispositivos e desempenha um papel importante na redução de perdas estando amplamente ligados a usinas, subestações e indústrias (FAIZ, 2011).

Esses dispositivos são submetidos a constantes esforços mecânicos, originados principalmente pela interação do campo magnético (WINDERS, 2002). De acordo com Najdenkoski (1998), durante a corrente nominal estas forças não são significativas, no entanto quando submetido a corrente de energização ou de curto-circuito, podem atingir valores elevados e conseqüentemente ser a razão de deformações no próprio equipamento.

Portanto, devido a sua importância no contexto elétrico e para assegurar a sua integridade física, o projeto de transformadores é realizado prevendo situações mais críticas que possa ser submetido no local destinado a sua instalação. Porém, apesar do extremo cuidado observado no projeto destes dispositivos é observado como em Fonseca (2010) a ocorrência de falhas significativas, dentre as mais frequentes, destacam-se as causas por esforços eletromecânicos nos enrolamentos de transformadores, sendo considerados os maiores causadores de falhas verificadas em decorrência das correntes de curto circuito e corrente de energização (BRONZEADO, 2007).

Um das principais razões para as falhas e deterioração dos enrolamentos e isolamentos dos condutores são as forças eletromagnéticas resultante das elevadas correntes (LI, 2009). Para reconhecimento dessas forças aplicadas sobre os enrolamentos do transformador, é possível ser solucionadas por componentes axiais e radiais (BAKSHI, 2011).

Nessa perspectiva, este artigo apresenta a importância e necessidade do atual engenheiro em aplicar conhecimentos básicos de técnicas de modelagem computacional de equipamentos elétricos, como transformadores, ao mercado de trabalho. Assim, o mesmo concentra-se no uso do método de elementos finitos proporcionando análises de acessível compreensão do comportamento eletromagnético em condições de distúrbio, além de proporcionar avanço significativo na precisão dos resultados (WANG, 2001). Contudo, serão apresentadas investigações computacionais de possíveis falhas ocasionadas por corrente de curto-circuito e de energização na parte ativa do transformador monofásico de 50MVA utilizado por uma empresa geradora de energia na região Norte. Por fim, com os parâmetros disponibilizados pela empresa, será possível validar os resultados das simulações aos cálculos contidos no *datasheet* do equipamento.

2. TRANSITÓRIOS EM TRANSFORMADORES

2.1. Corrente de Energização (*Inrush*)

Dentre as causas de problemas em transformadores, o que se destaca são as correntes em que o equipamento está sujeito. Com relação às correntes de *inrush*, as mesmas podem apresentar uma amplitude de 6 a 8 vezes o valor da corrente nominal do transformador de acordo com Kulkarni e Khaparde (2004). Porém, outras bibliografias caracterizam esta relação de uma forma mais detalhada. Harlow (2004) afirma que a mesma é de aproximadamente 25 vezes a corrente nominal em 0,01s e aproximadamente 12 vezes a corrente nominal em 0,1s.

A Equação (1) é o cálculo aplicável a transformadores monofásicos que permitem a estimativa da máxima corrente de *inrush* que circula pelo enrolamento quando (AZEVEDO, 2007).

$$i_{0\max} = \frac{H \cdot h_w}{n} \quad (1)$$

Para transformadores monofásicos em situação de *inrush* a corrente é direcionada apenas para o enrolamento energizado. Os significados dos itens da Equação (1) são:

$i_{0\max}$: pico de corrente de *inrush* (Ampère);

H : intensidade do campo magnético (Tesla);

h_w : altura do enrolamento energizado (Metros);

n : número de espiras do enrolamento energizado (Unidade).

2.2. Corrente de Curto Circuito

A corrente de curto circuito exercida sobre o enrolamento do transformador é calculada a partir de dados intrínsecos do dispositivo. O potencial magnético vetorial, a densidade de fluxo magnético e a força eletromagnética devido a corrente de curto circuito são resolvidos por análise utilizando o método de elementos finitos baseado no problema eletromagnético.

Comumente os transformadores são projetados para resistir ao maior pico da corrente em seus terminais, considerando o equipamento conectado a um barramento infinito do sistema elétrico. Nesta condição, a expressão utilizada para determinar o nível máximo da corrente de curto-circuito no transformador pode ser representada pela Equação (2) (BRONZEADO, 2007).

$$I_{cc} = \frac{k\sqrt{2} \cdot S_n \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot V \cdot Z} \quad (2)$$

Sendo:

- k : Fator de assimetria da corrente de curto circuito;
- S_n : potência nominal do transformador (MVA);
- V : tensão nominal fase-fase do transformador (Volts);
- Z : impedância do transformador por unidade.

A Figura 1 ilustra a distribuição de fluxo magnético de dispersão entre os enrolamentos de um transformador com bobinas concêntricas, ou seja, as direções das forças eletromagnéticas, correntes e densidade de fluxo magnético (AHN, 2011).

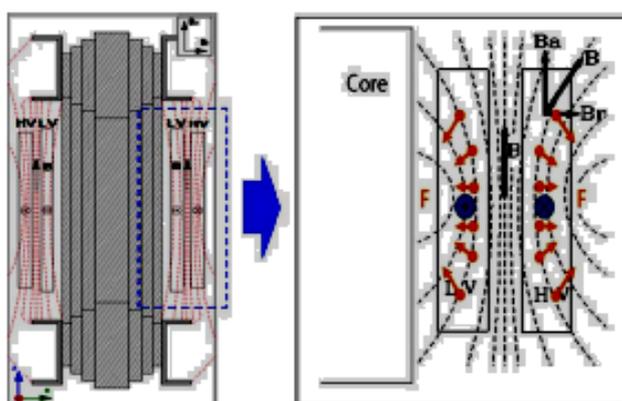


Figura 1. Distribuição do fluxo magnético de dispersão em transformadores com enrolamentos concêntricos (AHN, 2012).

Observa-se que as linhas de fluxo têm uma direção predominantemente axial ao longo da altura dos enrolamentos. No entanto, nas extremidades dos enrolamentos, as linhas de fluxo mudam de direção na tentativa de encurtar o caminho de retorno. Desta forma, o fluxo total de dispersão pode ser decomposto em duas componentes, uma na direção axial e outra na direção radial.

3. CARACTERÍSTICA DO TRANSFORMADOR

O modelo utilizado é um transformador monofásico de 50MVA com o núcleo de ferro silício do tipo envolvido. O mesmo é utilizado por uma empresa geradora de energia localizada na região Norte do país. A Tabela 1 apresenta as principais características desse dispositivo.

Tabela 1. Características dos enrolamentos do transformador de 50MVA.

Características	Enrolamento	
	<i>Externo</i>	<i>Interno</i>
Diâmetro Interno (mm)	1406	1096
Diâmetro Externo (mm)	1599	1262
Altura Axial (mm)	2080	2080
Altura Radial (mm)	96	83
Número de Espiras	572	191
Frequência (Hz)	60	60
Potência (MVA)	50	50
Tensão de Fase (kV)	132,80	39,84
Corrente de Fase (A)	376,55	1255,12
Ligação	Estrela	Estrela

Para a criação do modelo foram adotadas as medidas e dimensionamentos apresentados na Figura 2.

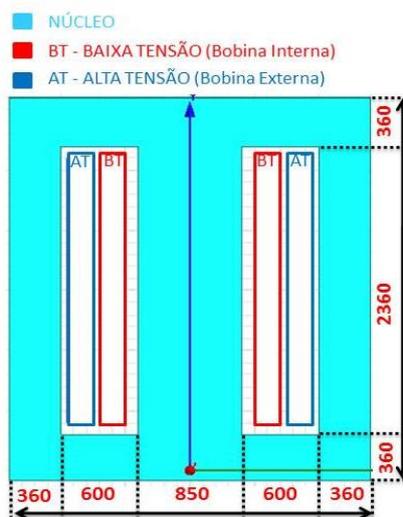


Figura 2. Dimensões em milímetros (mm) do transformador.

Com base nas características elétricas e geométricas demonstradas na Tabela 1 e na Figura 2, montaram-se duas simulações, onde os enrolamentos estavam sujeitos a corrente de curto-circuito e de *inrush*.

4. FORÇAS ELETROMECAÑICAS EM TRANSFORMADORES

A seguir será demonstrada a definição teórica e caracterização de componentes da força eletromagnética nos enrolamentos do transformador em condições de energização e de curto-circuito, assim como apresentadas as equações para o cálculo analítico das forças radiais e axiais. O cálculo das forças eletromagnéticas é realizado de acordo com a Equação (3) fundamentada a partir da força de Lorentz (BASTOS, 1996).

$$\vec{f} = \vec{J} \times \vec{B} \quad (3)$$

Onde:

\vec{f} : densidade volumétrica de forças (N/m³);

\vec{J} : densidade superficial de corrente (A/m²);

\vec{B} : densidade de fluxo magnético de dispersão (Tesla).

4.1. Forças Radiais

As componentes radiais das forças no transformador podem ser calculadas com precisão através do método analítico clássico (WATERS, 1996). As forças radiais são oriundas da componente de fluxo de indução magnética de dispersão axial e produzem efeitos diferenciados nos enrolamentos dos transformadores. Logo, as características dos esforços eletromecânicos nas bobinas de transformadores causadas por corrente de *inrush* e de curto-circuito são diferentes. Enquanto a corrente de curto-circuito produz forças atuantes na bobina interna e externa do transformador, a corrente de *inrush* atua somente na bobina energizada (WATERS, 1966 apud ROSENTINO, 2010).

Assim, as forças radiais produzidas pela corrente de *inrush* tende a comprimir somente o enrolamento energizado (LUR'E, 2008). Em contrapartida, na condição de curto-circuito, a força tende a comprimir o enrolamento interno e expandir o enrolamento externo (WATERS, 1966). Na Figura 3 está as direções das forças radiais para condição de *inrush* e de curto-circuito para as bobinas internas e externas do transformador (NEVES, 2011).

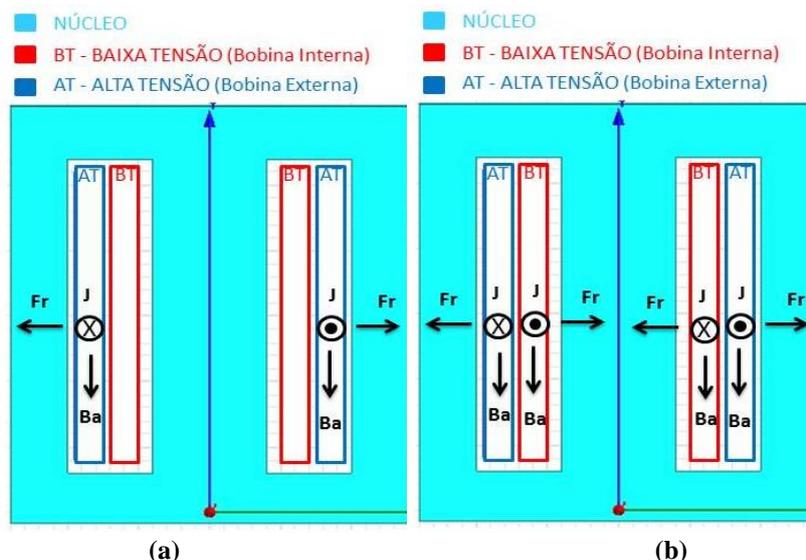


Figura 3. Direção da Força Radial na bobina do transformador na condição de (a) *inrush* e de (b) curto-circuito.

A ocorrência da deformação radial no enrolamento interno é mais comum que no enrolamento externo, podendo ser caracterizada por duas maneiras distintas. Uma delas chamadas de curvatura forçada (*forced buckling*) ocorre quando o enrolamento interno apresenta deformação entre os suportes ao longo da circunferência mesmo estando firmemente sustentados por espaçadores localizados na direção axial com os condutores. A outra chamada de curvatura livre (*free buckling*), quando o condutor deforma nos dois sentidos radiais em um ou mais pontos da espira do enrolamento (ROSENTINO, 2010).

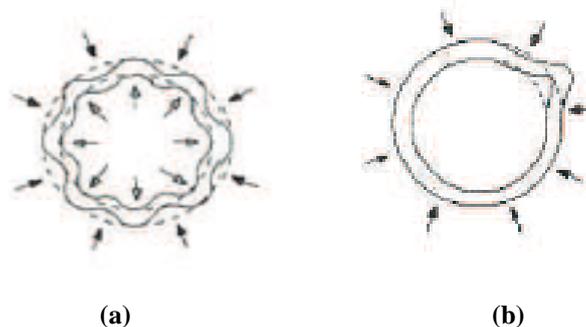


Figura 4. Efeitos típicos de estresse eletromecânico nos enrolamentos de transformadores causados por forças radiais, sendo (a) curvatura forçada e (b) curvatura livre (ROSENTINO, 2010).

Para determinar o cálculo da densidade de fluxo magnético de dispersão na direção axial, no ponto médio entre os enrolamentos, pode-se utilizar a Equação (4), onde (ni) representa ampère-volta de cada enrolamento que são responsáveis pela produção de campo axial (B_a) (AZEVEDO, 2007).

$$B_a = \frac{\sqrt{2} \cdot (ni) \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{h} \quad [T] \quad (4)$$

Desprezando a redução da componente axial do campo que interage nas extremidades da bobina e do campo de fluxo, é gerada uma força radial média. Dessa forma, as forças radiais atuando em cada enrolamento com diâmetro médio D_m e altura h podem ser determinadas pela Equação (5) (AZEVEDO, 2007).

$$F_{rmed} = \frac{2\pi \cdot (n \cdot i)^2}{h \cdot 10^7} \cdot D_m \quad [N] \quad (5)$$

4.2. Forças Axiais

As forças axiais oriundas da componente de fluxo de indução magnética de dispersão radial produzida pela corrente de curto-circuito e corrente de *inrush* ambas tendem a comprimir os enrolamentos. A diferença é que na condição de curto-circuito ambos enrolamento estão sujeito a força de compressão, enquanto na condição de *inrush* somente o enrolamento energizado, essa representação está demonstrada na Figura 5 (NEVES, 2011 apud LIMA, 2014).

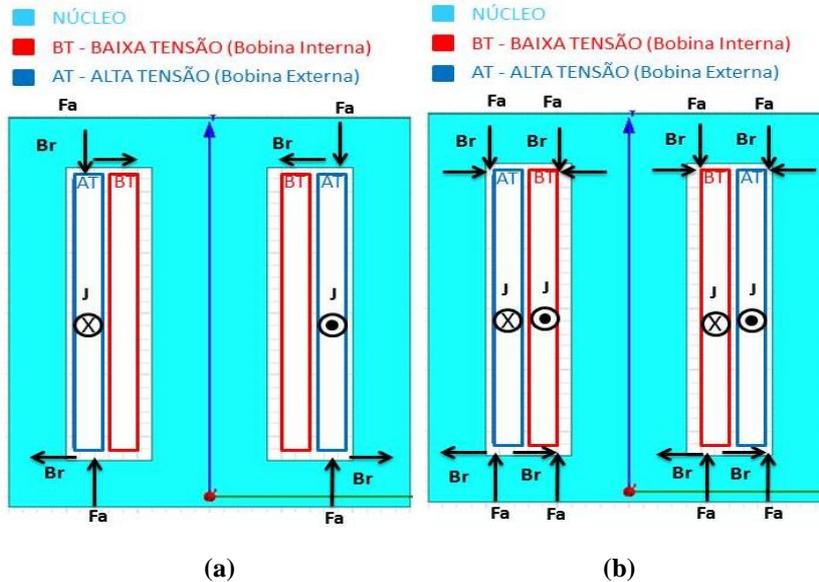


Figura 5. Direção da Força Radial na bobina do transformador na condição de (a) *inrush* e de (b) curto-circuito.

A força axial produzida pelo fluxo radial é menor nas extremidades das bobinas e maior quando direcionada ao ponto central do enrolamento. A força axial devido à condição de *inrush* são maiores que na condição de curto-circuito. Essa conclusão é apresentada por Waters (1966), pois percebeu que o fluxo magnético do transformador durante a condição de energização é maior do que na condição de curto-circuito.

Sob a ação desse tipo de força, os condutores dos enrolamentos podem curvar-se entre os espaçadores isolantes localizados radialmente (*Bending*) ou inclinar-se entre si (*Tilting*). A ocorrência deste último fenômeno é uma das características nos enrolamentos do tipo disco geralmente utilizados em grandes transformadores. Essas falhas estão demonstradas na Figura 6 (ROSENTINO, 2010).

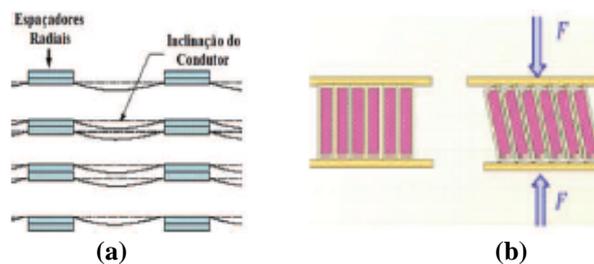


Figura 6. Efeitos típicos de estresse eletromecânico nos enrolamentos de transformadores causados por forças axiais (a) *Bending* (b) *Tilting* (ROSENTINO, 2010).

Neste trabalho as forças axiais serão analisadas sob condição ideal. Os campos nas duas extremidades das bobinas são direcionados para o ponto médio dos enrolamentos. Na Figura 7 é apresentada de maneira ilustrativa a densidade de fluxo magnético e as forças axiais em ambos os enrolamentos, embora haja uma grande força por unidade de comprimento nas extremidades dos enrolamentos, a força cumulativa de compressão é maior na metade da altura das bobinas nos enrolamentos externos e internos.

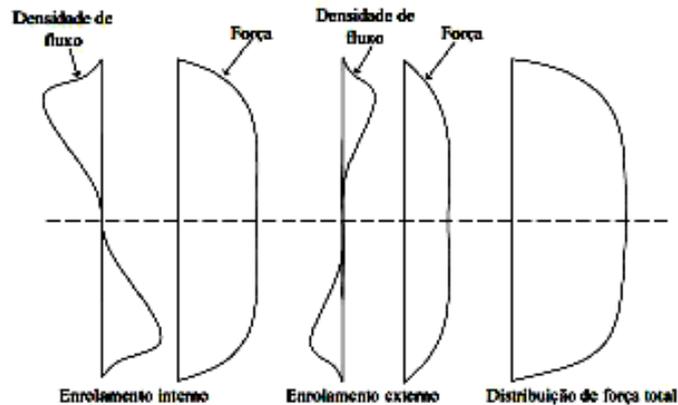


Figura 7. Distribuição do fluxo radial e de força axial em enrolamentos concêntricos iguais (FONSECA, 2010).

Para determinar a força axial pelo método analítico, é necessário conhecer o comprimento efetivo do caminho do fluxo radial h_w a densidade de fluxo radial B_r e o valor médio dos ampère-espiras, onde a é o comprimento da seção do enrolamento expresso como uma fração do seu comprimento total. A densidade de fluxo radial médio será fornecida pela Equação (6) (GUIMARÃES, 2008).

$$B_r = \frac{2\pi \cdot a \cdot (ni)}{10^4 \cdot h_w} \quad [T] \quad (6)$$

A força axial pode ser determinada de acordo com a Equação (7) (GUIMARÃES, 2008):

$$F_a = \frac{2a \cdot (\pi \cdot n \cdot i)^2}{h_w \cdot 10^7} \cdot D_m \quad [N] \quad (7)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar a simulação corretamente, deve-se criar uma geometria que represente as características peculiares do dispositivo de estudo, seguindo a risca todos os detalhes. A Figura 8 demonstra a densidade de fluxo magnético no núcleo do transformador em condição normal de operação. Contudo, é demonstrado o valor dessa densidade (em Tesla) com intuito de diferenciar das análises sob condições em estados transitórios.

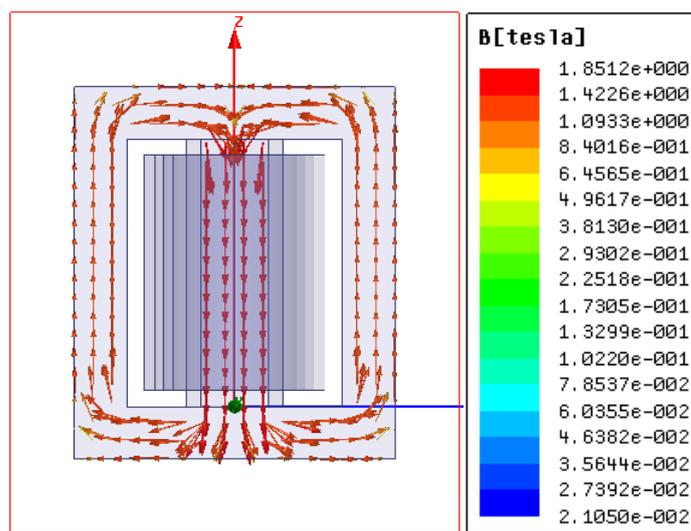


Figura 8. Vetores de densidade de fluxo magnético no núcleo do transformador em condição normal de operação.

Para a simulação sob condição de *inrush*, a corrente atuará somente nos enrolamentos energizados, nas bobinas externas, como mencionado no decorrer do trabalho. Para os estudos deste trabalho é utilizado um transformador monofásico de 50MVA de um banco trifásico com três unidades. Kulkarni e Khaparde (2004) afirmam que para um banco de transformadores constituído por três unidades monofásicas, a corrente de *inrush* é equivalente a $2/3$ da corrente $i_{0\text{máx}}$ correspondente para um transformador monofásico. Para esta análise o valor da corrente encontrada é de 1773,2A. A Figura 9 demonstra a densidade de fluxo magnético no núcleo do transformador quando submetido à condição de energização.

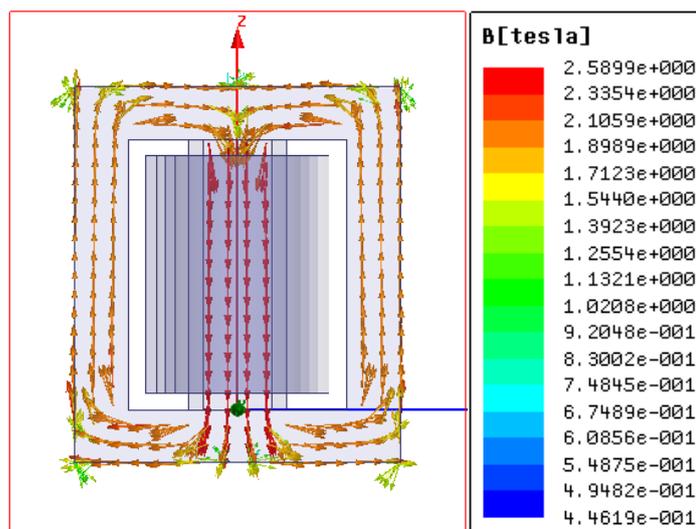


Figura 9. Vetores de densidade de fluxo magnético no núcleo do transformador sob condição de *inrush*.

Devido às elevadas correntes no transformador são gerados esforços eletromecânicos que submetem os enrolamentos à severa condição de operação, podendo ocasionar deformações. Diferentemente da condição de *inrush*, a corrente de curto-circuito atuará nos dois enrolamentos, conseqüentemente apresentará maior densidade de fluxo magnético. Com as informações disponibilizadas na folha de dados deste equipamento, adotaram-se correntes de

curto-circuito nas bobinas de baixa e alta tensão, com valores de 18090,1A e 2295,8A, respectivamente. Esses valores podem ser obtidos pela formulação disponibilizada neste trabalho, para isso, faz necessária a utilização de alguns dados intrínsecos do dispositivo. A Figura 10 é demonstrada a densidade de fluxo magnético no núcleo do transformador quando submetido à condição de curto-circuito.

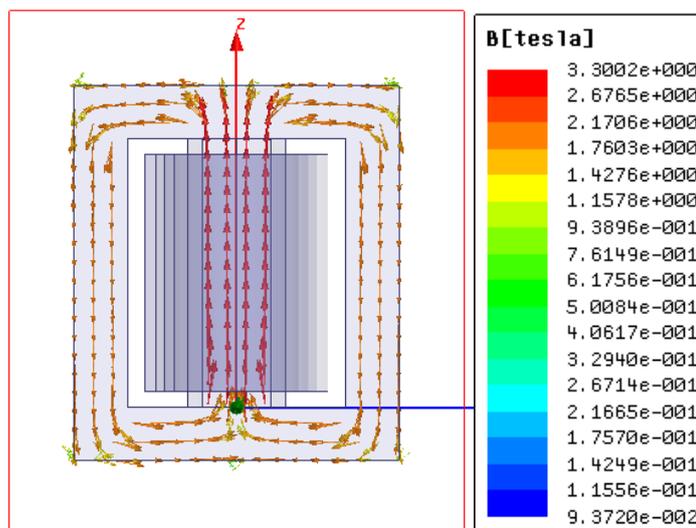


Figura 10. Vetores de densidade de fluxo magnético no núcleo do transformador sob condição de curto-circuito.

A partir dos resultados obtidos anteriormente, é possível observar que a densidade de fluxo é bem mais intensa na condição de curto-circuito do que na de *inrush*. Essa característica visualizada ocorre devido à amplitude da corrente menor e a energização em somente um enrolamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma modelagem computacional para um transformador monofásico utilizado por uma empresa geradora de energia, por meio do método de elementos finitos, com objetivo de demonstrar a importância do atual engenheiro em utilizar softwares especializados que auxiliam em etapas consideradas complexas e de difícil obtenção de resultados. Todos os valores das correntes foram obtidos da folha de dados do equipamento e comparados aos resultados analíticos. É importante ressaltar que embora as ferramentas computacionais simplifiquem algumas tarefas, é necessário que o engenheiro tenha habilidade e competência para transformar um produto ou componente em um modelo computacional adequado.

Na representação do equipamento pelo método utilizado, buscou-se a fidelidade das características da geometria, tanto para o núcleo quanto para as bobinas. Este rigor proporciona maior confiabilidade nos resultados simulados.

Portanto, o presente trabalho procurou contribuir no estudo de fenômenos que ocorre em transformadores quando submetido a corrente de *inrush* e de curto-circuito, de modo a mostrar os impactos, assim como demonstrar a possibilidade da utilização de softwares por engenheiros para análises de estados transitórios.

7. REFERÊNCIAS

AHN, H. M.; LEE, J. Y.; KIM, J. K.; JUNG, S. Y.; OH, Y. H.; HAHN, S. C. Finite element analysis of short circuit electromagnetic force in power transformer. IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. 47, No. 3, pp. 1267–1272, Mar. 2011.

AHN, H. M.; LEE, J. Y.; KIM, J. K.; JUNG, S. Y.; OH, Y. H.; HAHN, S. C. “Experimental Verification and Finite Element Analysis of Short-Circuit Electromagnetic Force for Dry-Type Transformer,” IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 48, No. 2, Feb. 2012.

AZEVEDO, A. CLAUDIA; UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Estresse Eletromecânico em Transformadores Causados por Curtos-circuitos passantes e correntes de Energização, 2007. 111p. Tese (Doutorado).

BAKSHI, A.; KULKARNI, S. V. Eigenvalue Analysis for Investigation of Tilting of Transformer Winding Conductors under Axial Short-Circuit Forces. IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 26, No. 4, 8p, October 2011.

BASTOS, J. P. A. 1996. “Eletromagnetismo e Cálculo de Campos,” (3ª ed.). Florianópolis, Santa Catarina: Editora da UFSC.

BRONZEADO, H. S.; AZEVEDO, A. C.; DELAIBA, A. C.; OLIVEIRA, J. C.; B. CARVALHO, C.; “Estresse Eletromecânico em Transformadores: Análise no Domínio do Tempo,” IV Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica - CITENEL, Araxá, Brasil, 07p, 2007.

FAIZ, J.; EBRAHIMI, B. M.; ELHAIJA, W. A. Computation of Static and Dynamic Axial and Radial Forces on Power Transformer Windings Due to Inrush and Short Circuit Currents. IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT), 08p, 2011.

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.

GUIMARÃES, R.; DELAIBA, A. C.; SARAIVA, E.; ROSENTINO, A. J. P.; CHAVES, M. L. R.; BRONZEADO, H. S.; SILVA, C. A. Investigação sobre Estresses Eletromecânicos em Transformadores causados pela corrente de Energização (Inrush). 8th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications – INDUSCON, Poços de Caldas, Brasil, 08p, 2008.

KULKARNI, S.V.; KHAPARDE, S.A. Transformer Engineering – Design and Practice. 1. ed. [S.l.]: Marcel Dekker, Inc, New York, 2004.

LI, H.; LI, Y.; SUN, X.; LI, D.; JING, Y. Analysis of Three-Phase Power Transformer Windings Forces Caused by Magnetic Inrush and Short-Circuit Currents. Proceedings of 2009 IEEE International Conference on Applied Superconductivity and Electromagnetic Devices Chengdu, China, September 25-27, 04p, 2009.

LIMA, D. S.; FONSECA, W. S.; FURTADO, M.; LIMA, A. K. F. Análise de Esforços nos Enrolamentos de Transformadores Ocasionalmente por Correntes de Energização Utilizando o Método de Elementos Finitos. VIII CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Uberlândia, Brasil, 8p, 2014.



LUR'E, A. I. Transformer connection under no-load and short-circuit events. Russian Electrical Engineering, v. 79, n. 2, pp. 57-70, 2008.

NAJDENKOSKI, K.; MANOV, D. Electromagnetic forces calculation on power transformer windings under short circuit. University Electro technical Faculty, Skopje, Macedonia, 1998.

NEVES, W.; FERNANDES Jr, D.; BALTAR, F. J. A.; ROSENTINO Jr, A.J.P.; SARAIVA, E.; DELAIBA, A.C.; GUIMARÃES, R.; CHAVES, M.L.R.; OLIVEIRA, J.C. A Comparative Investigation of Electromechanical Stresses on Transformers Caused by Inrush and Short-Circuit Currents. 11th International Conference - Electrical Power Quality and Utilization – EPQU, Lisboa, Portugal, 06p, 2011.

ROSENTINO, A.J.P.; SARAIVA, E.; DELAIBA, A.C., GUIMARÃES R.; CHAVES, M.L.R.; OLIVEIRA, J.C. Estresse Eletromecânico em Transformadores Causado por corrente de curtos-circuitos Passantes. VI Workspot – International Workshop on Power Transformers - CIGRÈ, Foz do Iguaçu, Brasil, 8p, 2010.

WANG, H.; BUTLER, K. L. Finite Elements Analysis of Internal Windings Faults in Distribution Transformers. IEEE Transaction on Magnetic Vol. 26, No.3, Jul. 2001.

WATERS, M. 1996. "The Short-Circuit Strength of Power Transformers". McDonald & Co. Ltd, London.

WINDERS, J. Jr. Power Transformers: Principles and Applications. Marcel Dekker, Inc., 2002.

THE IMPORTANCE OF ENGINEER USING COMPUTATIONAL METHODS ANALYSIS FOR TRANSIENT STATES IN TRANSFORMERS

Abstract: *Currently, is common to use specialized software to assist engineers in their daily steps. The use of this tool has increased in mathematical models of high complexity, especially in fixtures subject to transient states, such as in power transformers. These equipment are of great importance to the national electric system, being responsible for viability in transmission and connection of generators to the consumer centers. Thus, due to its importance the design of these devices must be performed by providing for more severe situations that may be submitted. However, practice shows numerous failures among the most common, there is electro efforts in the coils of transformers caused by inrush current and short-circuit. Thus, this work demonstrates the importance of the current engineer in performing computational analysis of the behavior of transformers when subjected to transient states. For this, used the method of finite element method (FEM) for modeling a single-phase transformer 50MVA. Thus, it is initially presented to the importance of integration of processors today. Subsequently, formulas necessary to calculate the axial and radial components of the electromagnetic forces. Finally, computational analyzes that will be validated with the calculations contained in the data sheet of the equipment.*

Key-words: *Engineers, Transient, Transformers, FEM.*