
Construção de Transformadores de Potência para Cargas Não Lineares

23 de setembro de 2015 09:51

Cargas não lineares causam perdas adicionais de energia em transformadores de potência que devem ser compensadas através da utilização de cobre (com a sua maior condutividade), configurações apropriadas do enrolamento e sobre dimensionamento.

Frequentemente, utilizam-se transformadores de potência para alimentar cargas não lineares, tais como retificadores estáticos, variadores de velocidade e fontes eletrônicas de alimentação. Embora a tensão de alimentação seja senoidal, as correntes resultantes não o são e contém harmônicas de alta frequência, além da componente fundamental. Estas correntes harmônicas causam perdas de carga e aquecimento adicional, além de consequências para o projeto e construção dos transformadores.

Principais perdas de carga e perdas adicionais - base teórica

As perdas resistivas I^2R são as principais componentes das perdas de carga, são fáceis de determinar, pois dependem da amplitude, em vez da frequência das correntes, e portanto, podem ser adicionadas aritmeticamente para todas as harmônicas, a fim de obter o principal componente da perda de carga total.

No entanto, a determinação das perdas de carga adicionais pode ser bem complexa. A distribuição da corrente na seção transversal do condutor não é uniforme, sendo mais concentrada onde a proximidade física ao outro enrolamento é maior, e é influenciada por fatores como condutividade, frequência, geometria, distâncias entre os enrolamentos e bobinas, dimensões de espaçadores, etc. Em essência, a seção transversal eficaz do condutor é reduzida e sua resistência efetiva é aumentada.

Outros fenômenos incluem perdas devidas à circulação de corrente entre seções paralelas, compensação imperfeita de Ampere-espira, efeitos de proximidade e efeitos peliculares, fluxos radiais e de fuga, etc. Todos estes elementos tornam a determinação teórica das perdas adicionais extremamente desafiadora.

Perdas adicionais – resultados experimentais

Foram conduzidas experiências¹⁾ em pares de transformadores com diferentes geometrias, desenhos, configurações de enrolamento, isolamentos e materiais condutores, a fim de determinar e comparar os respectivos componentes adicionais de perda de carga com correntes senoidais e não senoidais. Resultaram três lições principais destas experiências:

- As perdas de carga adicionais são uma parte substancial (até 20%) da perda de carga total, o que não pode ser negligenciado.
- As perdas de carga adicionais variam amplamente (até 3 vezes) com o projeto e a construção de transformadores de capacidade semelhante.
- As perdas de carga adicionais aumentam desproporcionalmente (até 2,5 vezes) com correntes não senoidais.

Consequências para o projeto e construção

Como as perdas de carga adicionais são altamente influenciadas pela geometria do transformador, configurações do enrolamento, isolamento e materiais condutores, deve-se prestar grande atenção a estes itens durante o projeto, especialmente quando o transformador se destina a alimentar cargas não lineares. Em particular, a distribuição de corrente é mais uniforme nos condutores de cobre devido à condutividade mais elevada. Finalmente, o transformador deve ser adequadamente sobre dimensionado para atender ao aquecimento adicional causado por cargas não lineares.

1) Referência

Losses due to poor Power Quality in Power Transformers, Angelo Baggini, Universidade de Bergamo, Itália