



**XX SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
XXX.YY
22 a 25 Novembro de 2009
Recife - PE

Grupo XIII

**GRUPO DE ESTUDO DE TRANSFORMADORES, REATORES,
MATERIAIS E TECNOLOGIAS EMERGENTES- GTM**

**MULTICOLETOR DE ÓLEO ISOLANTE PARA ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA
PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIA.**

Jorge A. S. Rebelo (*)
Eletronorte

Everaldo C. Ribeiro:
Eletronorte

Tiago C. Neto.
Eletronorte

Paulo R. P. Azevedo
Eletronorte

RESUMO

O multicoletor de amostra de óleo em transformadores para análises foi desenvolvido para atender varias necessidades como exemplo, evitar a exposição de risco dos especialistas. Com a ocorrência do sinistro em um dos transformadores, ficou desaconselhável a coleta de óleo com o transformador energizado, contrariando assim a Norma NBR-7070. É multicoletor, pois a central atende quatro pontos de coleta, um no reservatório do transformador e mais três pontos referentes as buchas de alta. A melhoria implementada permite a coleta de óleo com o transformador energizado a uma distância de segurança não impactando em nosso processo produtivo de geração de energia.

PALAVRAS-CHAVE

Multicoletor de óleo, Análise de óleo isolante, Transformadores.

1.0 – INTRODUÇÃO

A qualidade da coleta de óleo isolante nos transformadores para análise é um fator muito importante para validar um diagnostico da real condição do equipamento. Os ensaios realizados em óleo isolante de serviço são parâmetros muito importantes para acompanhamento da degradação da isolação de transformadores e é ditado por normas brasileiras, como exemplo a Norma NBR 7070. Como a evidências de sinistros em transformadores a segurança de pessoas passou a ser algo preocupante. O objetivo da implantação desta melhoria é evitar uma série de fatores como paradas de máquinas para coleta de óleo para análises, permitir aos especialistas executar suas tarefas sem expor ao risco e manter o acompanhamento da degradação da isolação através de análise do óleo em conformidade com as normas brasileiras.

2.0 – DESENVOLVIMENTO DO MULTICOLETOR.

2.1 – Conceitos teóricos.

Transformador é um dispositivo, que através de indução eletromagnética, transfere energia elétrica de um ou mais circuitos primário para outros circuitos secundários com frequência constantes, tensões e correntes diferentes (Figura 1). São máquinas elétricas constituídas basicamente de núcleo, bobinas e tanque. Nos transformadores, a passagem da corrente elétrica pelas espiras de material condutor da bobina primária induz um campo magnético no núcleo, que por sua vez induz uma corrente elétrica na bobina do secundário. O isolamento elétrico entre as espiras é feito por meio de papel ou outro isolante sólido, como vernizes colocados sobre a superfície do condutor. A resistência elétrica dos condutores das bobinas causa, quando da passagem da corrente, o seu aquecimento. O calor assim gerado irá causar a degradação térmica do material isolante e, portanto, é fácil observar que quando mais eficiente for removido o calor maior será a vida útil do sistema.

Os transformadores elevadores das unidades principais de 500 kV da UHE Tucuruí possuem enrolamentos imersos em óleo mineral, resfriados por circulação forçada de óleo com trocador de calor água-óleo.



Figura 1

2.2 – Funções do óleo Mineral.

Do exposto, vimos que as principais funções do óleo mineral fluído no interior do reservatório do transformador são a refrigeração das espiras e a isolamento elétrica. Periodicamente o óleo é submetido por ensaios físicos, químicos, ensaio gastromatográfica e ensaio furfuraldeído. A execução regular e a qualidade dos ensaios no óleo garantem a prevenir o risco da perda total ou parcial do transformador e principalmente a interrupção de geração causando a indisponibilidade de máquina.

Os principais ensaios realizados no óleo em serviço são:

- Ensaio Físico químico.
- Ensaio Gastromatográfico.

2.2.1 – Ensaio Físico-químico.

O ensaio físico-químico determina a condição de isolamento e o estado de envelhecimento do óleo mineral isolante. Os resultados são comparados aos valores preestabelecidos em Normas. Valores fora do limite especificado indicam necessidade de tratamento termo-vácuo, substituição ou regeneração do óleo mineral.

São várias as informações fornecidas por esse ensaio. Veremos a título de conhecimento a importância de cada parâmetro analisado.

- Uma rápida alteração na coloração (escurecimento) indica deterioração ou contaminação do óleo.
- A medição da rigidez dielétrica serve para medir a capacidade de um óleo suportar tensões elétricas e indicar presença de contaminantes como a água e partículas condutoras.
- Um elevado teor de água acelera a deterioração química do papel isolante e pode indicar condições de operações indesejáveis, que requerem correções.
- A acidez indica que o óleo contém qualquer material ácido, além de acelerar o aumento de sua oxidação, formar borras, pode também promover a degradação do papel.
- A tensão interfacial indica a presença de contaminantes polares que são substâncias quimicamente ativas e, portanto vão acelerar o envelhecimento do óleo.
- O fator de perdas elétricas (fator de dissipação ou fator de potência) em valor alto é uma indicação de presença de contaminantes ou de produtos de deterioração, como umidade, carbono ou materiais condutores, sabões metálicos e produtos de oxidação.

2.2.2 - Ensaio Gastromatográfica.

Determina a concentração dos gases dissolvidos no óleo mineral. É possível detectar defeitos ainda no estágio inicial a partir da composição dos gases e da rapidez com que eles são formados. Este método de ensaio é sensível à quantidade de gases e, portanto permite detectar falhas elétricas em estagio muito incipiente.

- Hidrogênio ou metano corresponde a descargas parciais no óleo.
- Acetileno corresponde a formação de arco elétrico no óleo.
- Etileno corresponde o sobreaquecimento no óleo.

- Monóxido de carbono corresponde a descargas parciais no papel.
- Monóxido e dióxido de carbono correspondem a sobreaquecimento no papel.

2.3 – Coleta de amostra de óleo para análise.

Vimos a importância da realização periódica de análise do óleo de serviço dos transformadores de potência. Com o sinistro ocorrido no transformador de 500 KV, ficou em evidência o risco de acidente que o especialista de coleta de amostra de óleo se submete durante a execução desta tarefa.

Antes da implantação da melhoria, a coleta era realizada retirando a amostra de óleo direto da válvula de dreno do reservatório com o transformador energizado respeitando a norma NBR. Após o sinistro ocorrido no transformador, estudava-se uma maneira de realizar a coleta de óleo sem submeter o colaborador em risco de acidente. A ferramenta da qualidade utilizada (Figura 2 – Diagrama de causas e efeitos) foi muito importante no estudo do projeto, pois o resultado deste trabalho permitiu a desenvolver um sistema que garantisse a monitoração do óleo em serviço, sem comprometer qualidade da amostragem, respeitando as Normas Brasileiras.

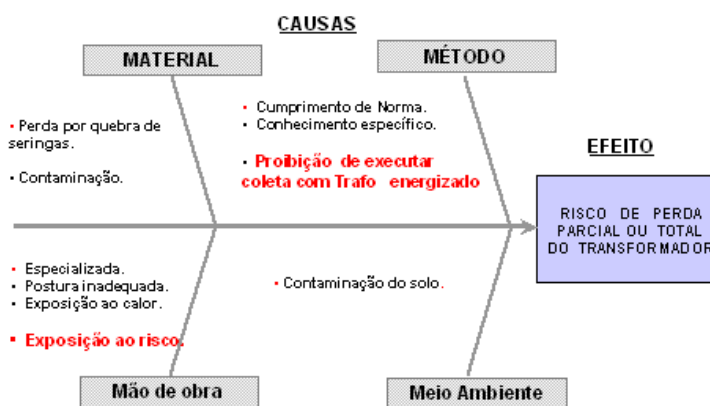


Figura 2

2.4 – Melhoria Implementada

O sistema é compreendido de tubos de inox, válvulas solenóides, válvulas de esferas e coletor de óleo que é um equipamento desenvolvido pela Eletronorte. Este coletor é constituído em latão com miolo em teflon. Sua função é direcionar o óleo vindo do tubo de inox após a passagem pela válvula de esfera. Este miolo de teflon possui um canal interno que permite a passagem do óleo para a seringa de coleta de óleo. A vantagem da utilização deste dispositivo é evitar a contaminação externa. Após a coleta, este conector é protegido por uma tampa feita em material latão (Figura 3 - objeto em fase de patente).



Figura 3

O local escolhido para a instalação do multicoletor a distância foi no piso inferior do pátio dos transformadores (Figura 4). Os pontos de coletas foram interligados com o multicoletor através de tubos de inox. Nos pontos antigos de coletas nos transformadores foram instalados válvulas solenóides normalmente fechadas acionadas eletricamente. Na chegada ao multicoletor foram instaladas válvulas de esferas abertas manualmente para melhor segurança do sistema.

A idéia é o aproveitamento da gravidade, transferindo o óleo dos transformadores até o novo ponto de coleta.

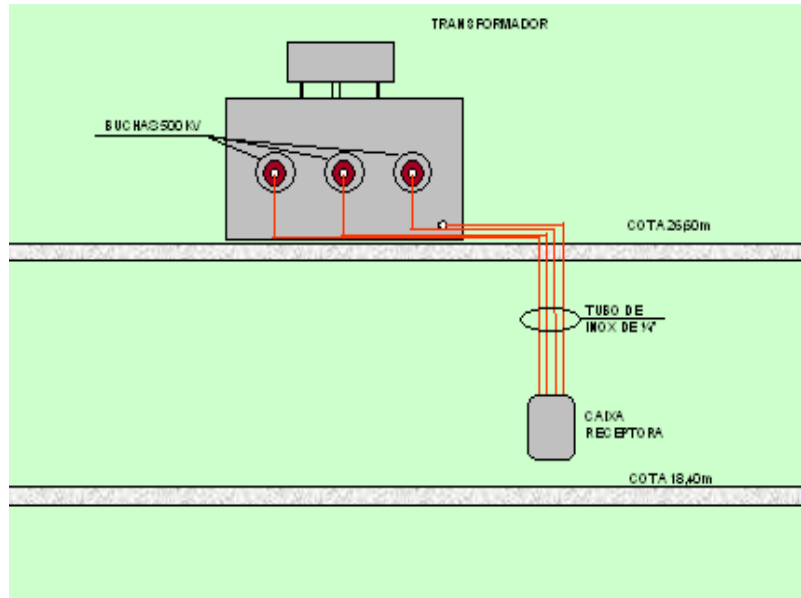


Figura 4

Ao lado do multicoletor foi instalada uma botoeira de comando elétrico (Figura 5) para acionamento da válvula solenóide (Figura 6) correspondente a ponto de coleta no transformador. O procedimento de coleta segue as etapas: abrir a tampa do coletor, abrir manualmente a válvula de esfera no multicoletor de óleo e em seguida acionar botoeira da válvula solenóide correspondente ao ponto de coleta no transformador. Os procedimentos de descarte do quantitativo de óleo, segue o que recomenda a Norma, acrescentando o quantitativo de óleo contido no interior da tubulação de inox.

Para o transformador da máquina UGH-08, foi instalado somente a um ponto de coleta correspondente ao reservatório de óleo, pois as buchas de alta são do tipo seca e não são utilizados óleos isolantes



Figura 5



Figura 6

Na figura 6, é verificado que a válvula de esfera do dreno do óleo do reservatório do transformador permanece normalmente aberta e em sua saída é verificada a válvula solenóide normalmente fechada.

Foi tomado o cuidado quanto à contaminação do solo. O piso recebeu uma proteção especial de tinta delimitado por uma barreira de contensão para caso gotejamento do óleo (Figura 7). O piso da área é regular o que permitiu uma redução no tempo da realização da coleta. Podemos também considerar a tratamento de limpeza que o ambiente recebe, o que tem contribuído para uma coleta segura, longe de contaminação.



Figura 7

3.0 – RESULTADOS OBTIDOS.

Com a implantação do multicoletor de óleo, tivemos os seguintes resultados:

- Não há mais necessidade de parada de máquinas para coleta de amostra de óleo para análise. A realização da coleta se faz com o transformador energizado em conformidade com as exigências das Normas Brasileiras. Para realização da coleta em um transformador, era necessária a parada de máquina por aproximadamente 01 (uma) hora. Como a realização da coleta é semestral, para cada máquina, são necessárias 2 (duas) horas de parada de máquina por ano. Como são 23 (vinte e três) máquinas, daria um total de 46 (quarenta e seis) horas.
- A eliminação da exposição ao risco do especialista em coleta de amostra de óleo na área dos transformadores energizados foi um ganho muito expressivo.
- A realização da coleta de óleo o quanto necessário, independente do horário e das condições climáticas.
- Como ganhos intangíveis podemos mencionar a melhoria na qualidade da amostra de óleo, a satisfação das pessoas que a executam, o estímulo da criatividade, iniciativa, produtividade e principalmente o alinhamento com os objetivos empresariais.

4.0 – CONCLUSÃO.

Com a realização da coleta de óleo com o transformador energizado, passamos a coletar em conformidade com as Normas Brasileiras. No livro de Milasch, pág 169, diz referenciando a Norma NBR-7070, que “as amostras devem ser retiradas com o equipamento na condição normal de funcionamento, isto é importante para se verificar a taxa de produção de gás”. O sistema implementado permite a coleta da amostra de óleo na condição normal de funcionamento não interferindo no resultado das análises.

O sistema de coleta de amostra de óleo recebeu a denominação de multicoletor em função dos quatro pontos de coleta, sendo um do reservatório do transformador e três pontos da bucha de alta. Há máquinas cujos transformadores utilizam buchas secas. Este termo de buchas secas refere-se aquelas que não utilizam óleo isolante. Para estes transformadores, foi instalado apenas um ponto de coleta referente a do reservatório do transformador. Com relação a demais buchas a óleo o multicoletor constará com as quatro válvulas para coletas.

Com a barreira de contensão para óleo, evitamos qualquer possibilidade de contaminação de óleo no solo e está em conformidade com a ISO 14001.

O sistema poderá ser empregado para qualquer transformador que requer coleta a uma distância de segurança e que se faz necessário à monitoração através de análise periódica do óleo isolante .

5.0 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

OLIVEIRA, J.C., COGO, J.R. e ABREU, J.P.G. – Transformadores – Teoria e Ensaios – Editora Edgard Blucher Ltda, 1984.

MILASCH, M. – Manutenção de Transformadores em Líquido Isolante - Editora Edgard Blucher Ltda, 1984, 6ª reimpressão – 2003.

6.0 – DADOS BIOGRÁFICOS.

Jorge Augusto Simões Rebelo

Nascido em Itajubá - MG em 19 de outubro de 1959.

Graduado (1988) em Engenharia Mecânica: EFEI – Escola Federal de Engenharia de Itajubá.

Especialização (2002) em Técnicas Modernas de Manutenção pela UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Empresa: ELETRONORTE – Centrais Elétrica do Norte do Brasil.

Engenheiro de Manutenção.

Everaldo Cardoso Ribeiro.

Nascido em São Luis – MA em 14 de agosto de 1961.

Graduado (1981) pela Escola Técnica Federal do Maranhão.

Empresa: ELETRONORTE – Centrais Elétrica do Norte do Brasil.

Técnico em Manutenção Elétrica.

Tiago Cândido Neto.

Nascido em Paulista –PB em 24 de maio de 1952.

Graduado: 2º grau de ensino médio.

Empresa: ELETRONORTE – Centrais Elétrica do Norte do Brasil.

Auxiliar Técnico em Engenharia.

Paulo Rubens Paraense de Azevedo.

Nascido em Cachoeira do Arará – PA em 21 de agosto de 1951.

Graduado (1974) pela Escola Técnica Federal do Pará – Belém.

Empresa: ELETRONORTE – Centrais Elétrica do Norte do Brasil.

Técnico em Manutenção Elétrica.