



**XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil**

JORGE LUIZ BARATA JUNIOR

Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.

jorge.junior@eletronorte.gov.br

**TÉCNICA DE INSPEÇÃO DE TRANSFORMADORES ENERGIZADOS NO SISTEMA ISOLADO
DO AMAPÁ**

Palavras-chave

DETALHADA
INSPEÇÃO
MANUTENÇÃO PREDITIVA
TÉCNICA

Resumo

O objetivo deste trabalho é mostrar a comunidade acadêmica uma técnica de inspeção em transformadores energizados, desenvolvida pelos operadores de subestações do Sistema Elétrico Isolado do Amapá. Sendo os equipamentos de vital importância para o sistema de transmissão e distribuição. Tanto pelo seu custo, quanto pela sua necessidade operativa, os transformadores em operação necessitam de uma inspeção detalhada de sua parte superior, evitando pontos de corrosão, além de detectar-se vazamentos com antecedência, pois durante sua operação são expostos a diferentes condições operativas, como sobrecargas e intempéries climáticas, dada às características da região amazônica, com isso buscaram-se fazer inspeções com menor tempo, risco de acidentes e maior confiabilidade. Para tanto é necessário adotar medidas de manutenções preditivas que visem mitigar esses riscos no equipamento, assim como para o operador.

1. Introdução

A realização de inspeções em subestações do sistema elétrico de potência é uma tarefa preventiva de suma importância para garantir a integridade dos equipamentos que as compõem. Dentre os equipamentos a serem inspecionados, os transformadores de potência e autotransformadores, mais especificamente suas partes superiores, são os que apresentam maior grau de dificuldade e risco de acidentes para operadores. A manutenção preditiva em transformadores colabora com a maior disponibilidade dos equipamentos ao sistema, executando-a de forma planejada e sistemática, garante que a necessária intervenção venha a acontecer somente no momento preciso, no menor tempo possível, visando reduzir os riscos de uma interrupção não-programada de energia ao sistema ABNT NBR 5356 (1). Para ter uma idéia, durante a

realização de uma inspeção de rotina nas partes superiores de um transformador, o operador leva em média 60 minutos. Essa demora deve-se principalmente ao tempo em que o operador realiza manobras para sua desenergização coloca e reposiciona várias vezes a escada utilizada para ter acesso às partes superiores do transformador, tendo em vista a obtenção de uma visão mais detalhada. É de ressaltar também que esse modelo de inspeção não passa confiabilidade ao operador, devido aos vários riscos expostos, tais como: queda em altura e o choque elétrico. Com a implementação da metodologia TPM (Manutenção Produtiva Total) em 2002 pela Eletrobrás Eletronorte, Regional do Amapá PALMEIRA (02), criou-se um sistema de inspeção em transformadores utilizando espelhos côncavos fixados no mesmo, tirando o operador da exposição do risco de acidente com o uso de escadas, porém este dava uma visão limitada e simplificada do equipamento não passando confiabilidade ao operador e com o passar dos anos esse método mostrou-se ineficaz devido à rápida deterioração dos espelhos causados pelo tempo e indução magnética. Inspeções seguras e com confiabilidade são realizadas durante a manutenção quinquenal (a cada cinco anos) de cada transformador, onde ele é desenergizado e passa por uma grande intervenção conjunta da operação e manutenção planejada, sempre interrompendo o fornecimento de energia ao consumidor. Essa técnica foi premiada com o PRÊMIO MUIRAQUITÃ DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA ELETROBRAS ELETRONORTE, em 2008 na faixa prata. Diante do exposto, a falta de segurança e a dificuldade de inspeções nas partes superiores de transformadores de potência e autotransformadores são o problema existente na prática operacional, com o objetivo de aumentar a eficácia na realização de inspeções, e aumentar a segurança, expomos a técnica de inspeção desenvolvida pelos operadores de Subestação do Sistema Isolado do Amapá.

2. Desenvolvimento

2.0 - PRÊMIO MUIRAQUITÃ DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Em 2003 foi o marco na promoção cultural da empresa quanto à Propriedade Intelectual. Neste ano foi constituído o Comitê Gestor de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Eletronorte – CGPDI, composto de representantes de todas as diretorias da empresa com atribuição de estabelecer diretrizes corporativas para a Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação e, a Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico responsável pela execução e gestão dos programas de pesquisa (PEPD), programas de eficiência energética (PEEE) e proteção à Propriedade Intelectual (PEPI). O Programa Eletronorte de Propriedade Intelectual – PEPI, foi criado e aprovado em 27/01/2004, por meio da RD- 048/2004 para promover a proteção da produção do intelecto, seja no âmbito industrial, científico, literário e/ou artístico e garantir aos autores e responsáveis o direito de auferir os créditos e recompensas por todas estas criações denominada de Propriedade Intelectual. O programa representou uma estratégia ousada e inovadora, consolidando-se em um instrumento fundamental ao esforço empresarial na gestão de novas tecnologias desenvolvidas que eficientizam os processos e projetos da empresa, assim como fomentando a inovação continuada. A primeira grande ação na promoção da cultura para a Propriedade Intelectual realizada pela Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, foi o registro da marca Eletronorte, ocorrida em 2004, 30 anos após sua constituição. O registro da marca no INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial garante direitos específicos à empresa, de exclusividade no uso, credibilidade nos empreendimentos e ações da empresa diante aos clientes, acionistas e sociedade em geral fornecendo mais segurança à sua atuação no mercado. Em 2005, com a evolução dos programas e o crescente número de produtos inovadores gerados pelos esforços dos empregados inovadores e gestores dos projetos de pesquisa que trouxeram soluções operacionais para a empresa e contribuíram para eliminar perdas, reduzir e evitar custos, além de capacitar e desenvolver habilidades nos profissionais envolvidos, verificou-se a necessidade de um instrumento que reconhecesse estes esforços, assim como mantivesse o fomento à promoção da cultura da propriedade intelectual, foi então criado o Prêmio Muiraquitã de Inovação Tecnológica instituído na revisão 01 do PEPI, aprovada pela RD 795/2005. Hoje, em 2010, além dos ganhos obtidos com os resultados dos programas PEPD e PEPI, as pesquisas e as inovações geradas internamente

(nas plantas), já citadas, a empresa conta com 38 pedidos de patente, 11 registros de software e o registro da marca da empresa e, contrato de transferência tecnológica que coloca no mercado inovações tecnológicas produzidas com o esforço empresarial na gestão da pesquisa, desenvolvimento e inovação.

3.0 - EVOLUÇÃO DA INSPEÇÃO EM TRANSFORMADORES NO SISTEMA ELÉTRICO ISOLADO AMAPÁ

A manutenção preditiva, ao longo dos anos tem sido reconhecida como uma técnica eficaz no gerenciamento da manutenção. As técnicas de monitoramento na preditiva, ou seja, baseadas em condições, incluem: análise de vibração, ultra-som, ferrografia, tribologia, monitoria de processo, inspeção visual, e outras técnicas de análise não destrutivas TADEU(3) Após o processo de implementação da metodologia TPM nas instalações da Eletrobrás Eletronorte no Amapá em 2002, a operação de instalações ficou encarregada de gerenciar a Manutenção autônoma, um dos pilares da metodologia, tendo como missão, produzir bons produtos ao menor custo o mais rápido possível. Um dos seus papéis mais importante é detectar e lidar com anomalias do equipamento prontamente, que é o objetivo da boa manutenção. A manutenção autônoma inclui qualquer atividade realizada pela equipe de operadores que tenha função de manutenção e tenha a intenção de manter a planta operando eficazmente e estavelmente para atender os planos de produção. As metas de um programa de manutenção autônoma são: · Prevenir a deterioração do equipamento através da operação correta e de verificações diárias. · Levar o equipamento a seu estado ideal através de restauração e o gerenciamento apropriado. · Estabelecer as condições básicas necessárias para manter bem o equipamento. Outro objetivo importante é utilizar o equipamento como um meio de ensinar as pessoas novas maneiras de pensar e trabalhar SUZUKI (4). Durante o processo de implantação da metodologia, a equipe de operação utilizou espelhos côncavos fixos como técnica de inspeção em partes superiores em transformadores, para visualizar seus componentes e monitorar pontos de corrosão que surgissem ao longo do tempo, porém, deterioração muito rápida, devido aos longos períodos de chuva na região, a amplitude de visualização dos espelhos não propiciava ao operador um bom diagnóstico das anomalias detectadas, com isso, ao longo dos anos esse modelo de inspeção se tornou ineficiente e obsoleto. Com o amadurecimento da metodologia, foi posto um desafio a equipe de operação, “tornar as inspeções em transformadores mais seguras e eficientes”. Buscou-se as mais variadas técnicas de inspeções no mercado, fixação de câmeras nas paredes corta-fogo dos transformadores, câmeras IP, entre outros, que logo se mostraram inviáveis, financeiramente devido ao alto custo de instalação e manutenção, e nossa peculiaridade de ter Subestações a mais de 400Km da Capital. Devido sua fácil aquisição no mercado e seu simples manuseio a microcâmera sem fio, acoplada a uma vara de manobra, foi à técnica mais prática e viável financeiramente que a equipe de operação encontrou para fazer inspeções em transformadores energizados.

4.0 - DESCRIÇÕES DA TÉCNICA

A técnica consiste na utilização de um invento que é composto por uma microcâmera sem fio, acoplada a uma vara de manobra, com transmissão via rádio com alcance para até 200 metros de distância e alimentada por uma bateria de 9V (ver Figura 1), receiver de 1,2 GHz (ver Figura 2) para recepção do sinal da microcâmera, fonte de alimentação de 12Vcc para o receiver (ver Figura 3), antena do receiver (ver Figura 4), monitor de 5” (ver Figura 5), fonte de alimentação de 12Vcc/3A para o monitor (ver Figura 6), plug (ver Figura 7) e maleta para acomodação dos equipamentos (ver Figura 8), após montado, esse equipamento subsidia o operador na filmagem da parte superior do equipamento (ver Figura 9), transmitindo a imagem da micro câmera sem fio acoplada na vara de manobra para o monitor de 5” com o operador que faz a inspeção (ver Figura10).

FIG. 1 – MICROCÂMERA SEM FIO





FIG. 2 - RECEIVER



FIG.3 – FONTE BIVOLT P/ RECEIVER



FIG. 4 – ANTENA P/ RECEIVER



FIG. 5 – MONITOR 5''



FIG. 6 – FONTE BIVOLT P/ MONITOR



FIG. 7 - PLUG



FIG. 8 - MALETA



FIG. 9 – OPERADOR FILMANDO PARTE SUPERIOR DO TRAFÓ



FIG. 10 – OPERADOR VISUALIZANDO FILMAGEM ATRAVÉS DO MONITOR.

Com esta técnica é possível à realização de inspeções com segurança nas partes superiores de transformadores de potência e autotransformadores, além de reduzir o tempo de inspeção para 15 minutos. As principais características do invento são a mobilidade e a praticidade no manuseio, principalmente no que concerne às subestações desassistidas, localizadas 400 km da capital Macapá, pois, para realizar inspeção nos transformadores nessas instalações a manutenção autônoma deve levar uma escada em seu deslocamento, acarretando em tempo elevado para transporte e acomodação no veículo, sendo também necessárias duas pessoas para carregá-la. Toda essa rotina expõe o operador ao risco de acidente durante a tarefa.

Por outro lado, o invento muda esse paradigma, pois as partes constituintes são portáteis e leves necessitando de apenas um operador para o manuseio além do mais, elimina-se a utilização da escada. Sua instalação no campo é prática e rápida trazendo tranquilidade e conforto na execução da inspeção. Como resultado, tem-se

um custo de R\$ 788,77 com a produção do equipamento (ver Tabela 1), que nos trouxe uma redução no tempo de inspeção de 75% (ver Gráfico 1), possibilitando uma redução no custo com inspeção em transformadores de R\$ 99.134,28 (ver Tabela 2) e um custo evitado com instalação de câmeras em paredes corta fogo dos transformadores para inspeção de R\$ 11.086,00 (ver Gráfico 2). inspeção de R\$ 11.086,00 (ver Gráfico 2).

CUSTO DO EQUIPAMENTO

ITEM DESCRIÇÃO	VALOR R\$
01 CAMERA SEM FIO E RECEIVER	299,00
02 MONITOR 5"	300,00
03 MALETA	49,90
04 FONTE BIVOLT P/ RECEIVER	25,00
05 PILHA 9V	7,00
06 CAIXA PLÁSTICA 4X2	0,69
07 ESPELHO TAMPA CEGA	2,18
08 INTERRUPTOR	2,50
09 FONTE BIVOLT P/ MONITOR	50,00
10 ESPUMA	12,50
11 MÃO DE OBRA P/ ADPTAÇÕES NO MONITOR	40,00
TOTAL	R\$ 788,77

CUSTO EVITADO COM A INSPEÇÃO

CUSTO DA INSPEÇÃO ANTES DA MELHORIA	R\$ 132.179,04
CUSTO DA INSPEÇÃO DEPOIS DA MELHORIA	R\$ 33.044,76
TOTAL	R\$ 99.134,28

3. Conclusões

A técnica trouxe para a gestão da Manutenção Autônoma uma grande satisfação, pois, sua facilidade de manuseio aperfeiçoou e agilizou o processo de inspeções de transformadores e autotransformadores das Subestações do Sistema Elétrico do Amapá, diminuindo a exposição do operador ao risco de acidente, reduzindo os custos das inspeções e tornando os diagnósticos mais precisos e eficientes. Sendo um equipamento de fácil manuseio, possibilita a visão das partes superiores dos transformadores energizados com mais segurança. Com isso melhorando a confiabilidade do Sistema Elétrico do Estado do Amapá, pois as subestações de Subtransmissão são operadas por funcionários da Eletronorte, que busca manter um auto

índice de confiabilidade do sistema.

4. Referências bibliográficas

(1) ABNT NBR 5356 - Transformador de Potência, Especificação, Dezembro 1981. (2) PALMEIRA, J.N. FLEXIBILIZAÇÃO ORGANIZACIONAL: APLICAÇÃO DE UM MODELO DE PRODUTIVIDADE TOTAL. RIO DE JANEIRO: EDITORA FGV, 2002 (3) ALMEIDA, MARCIO TADEU. MANUTENÇÃO PREDITIVA: CONFIABILIDADE E QUALIDADE. ITAJUBÁ - MG. (4) SUZUKI, Tokutaro. TPM en Industrias de Proceso. Espanha: TGP Hoshin, 1995. (5) JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. Autonomus Maintenance for Operators. Japan: JIPM, 1997.
