



**COMPANHIA DE ELETRICIDADE DA BAHIA – COELBA
INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO – LACTEC**

**Nova Configuração de Transformador de Distribuição
Salvador - Bahia - Brasil**

NOVA CONFIGURAÇÃO DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO

Autores: Engenheiro Eletricista Mario S. Cabussú; Engenheiro Eletricista Dailton P. Cerqueira;
Engenheiro Eletricista Cleuber S.S. Chaves

Empresa: COELBA

Cargo: Engenheiros de Manutenção

Autores: Msc. Marcelo Antonio Ravaglio; Msc. José Arinos Teixeira Jr.; Dr. Edemir Luiz Kowalski

Empresa: LACTEC

Cargo: Pesquisadores

PALABRAS-CLAVE: Transformador de Distribuição, Buchas, Rede de Baixa Tensão.

DATOS DE LA EMPRESA-COELBA

Dirección: Coelba - Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

Código Postal: 41290-000

Teléfono: +55 71 33906101

Fax: +55 71 33906156

E-Mail: mcabussu@coelba.com.br

DATOS DE LA EMPRESA-LACTEC

Dirección: Centro Politécnico da UFPR
Curitiba-Paraná-Brasil

Código Postal: 81531-990

Teléfono: +55 41 361-6274

Fax: +55 41 361-6007

E-Mail: edemir@lactec.org.br

1. INTRODUÇÃO

Entre as várias tarefas no serviço de manutenção em redes de distribuição, a tarefa que é executada em postes com transformadores é aquela que necessita de maior cuidado e muitas vezes exige seu desligamento para a realização do serviço, uma vez que o eletricista necessita invadir a região contaminada pelo circuito de alta tensão. Neste caso, a distância entre a base das buchas de alta tensão e as buchas da baixa tensão é menor que a distância mínima de segurança necessária para a execução da atividade, sem a necessidade de instalação de barreira isolante, conforme pode ser visto na Figura 01.

Adicionalmente, as buchas de baixa tensão, posicionadas na parte superior do tanque dificultam o trabalho do eletricista em função de seu posicionamento relativo, como pode ser visto na Figura 02.



Figura 01: A distância entre as buchas de AT e BT é inferior à distância mínima de segurança impedindo o trabalho do eletricista de BT sem a colocação de barreiras isolantes na AT.



Figura 02: Transformadores com as buchas de BT instaladas na parte superior do tanque: dificuldade para o acesso do eletricitista.

Pela necessidade de se realizar o maior número de atividades possível, incluindo a substituição da rede de baixa tensão, sem causar desligamentos nos consumidores, propôs-se alterar a posição convencional das buchas de baixa tensão dos transformadores, posicionando-as mais próximas da base do tanque, visando tanto facilitar o atendimento de critérios de segurança dos eletricitistas, como de tarefas em linha viva, propostas para a rede de baixa tensão.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo apresentar as alterações propostas no projeto de transformadores de distribuição, de modo a atender os critérios técnicos de fabricação, bem como normas de segurança de distância mínima de aproximação, dispensando a utilização de barreiras isolantes ou mecânicas e que facilite o trabalho dos eletricitistas de redes de baixa tensão.

3. MÉTODOS

Em função dos objetivos traçados e visando a execução de atividades de substituição de condutores da rede secundária e transformadores, com a rede energizada, foram inicialmente levantadas as dificuldades inerentes à execução destas tarefas. No caso de substituição de cabos da rede de baixa tensão as seguintes dificuldades foram levantadas:

- a) Estabelecimento de *jumper* no trecho da rede ser substituído.
- b) Lançamento do novo cabo (multiplexado).
- c) Liberação do cabo antigo e fixação do novo cabo às estruturas.
- d) Ligação dos consumidores.
- e) Nas estruturas com transformadores, a manutenção proposta com a rede energizada é inviabilizada pelas seguintes razões:
 - Como executar o serviço nas buchas de baixa tensão do transformador, sem que o eletricitista possa adentrar na área contaminada pela alta tensão, já que as buchas dos terminais de baixa tensão do transformador estão instaladas muito próximas da rede de alta tensão.
 - Como realizar a ligação em paralelo dos novos cabos, sem desligar os cabos antigos das buchas de baixa tensão do transformador.
 - Como realizar o serviço nas buchas de baixa tensão localizadas mais próximas do centro do tanque do transformador, pelo espaço mínimo disponível entre o transformador e o poste.
 - Como realizar o isolamento das buchas de alta tensão com barreiras isolantes, considerando ou não a participação de equipes de linha viva.

Ao realizar a manutenção nos terminais de baixa tensão do transformador, a distância média entre as buchas de alta e baixa tensão é de apenas 40 cm. Estudos desenvolvidos pelo LACTEC^[1], baseados em normas da IEC^[2] e IEEE^[3], sobre distância mínima de segurança em redes de distribuição determinam que a distância mínima de aproximação é de 60 cm, levando-se em consideração as componentes elétrica e ergonômica. Assim sendo, para a realização de serviços na rede de baixa tensão, sem seu desligamento, deve-se obrigatoriamente inserir entre a rede primária e rede secundária uma barreira mecânica que impeça a aproximação do eletricitista para distâncias inferiores à recomendada.

O uso de barreiras isolantes é uma solução bastante utilizada em manutenções de máquinas e equipamentos energizados e também em serviços realizados em subestações, porém sua aplicação no serviço em redes de baixa tensão exigiria a presença de equipes de linha viva para a colocação das barreiras isolantes, encarecendo significativamente o serviço e indisponibilizando as equipes de linha viva para a realização de atividades mais importantes.

Para o estabelecimento da ligação em paralelo do *jumper* na rede de baixa tensão, o que torna possível a substituição dos condutores da rede secundária em linha viva, desenvolveu-se uma ferramenta em formato de garra para conexão junto às buchas de baixa tensão do transformador. Esta ferramenta deve garantir um perfeito acoplamento mecânico e elétrico aos terminais das buchas de baixa tensão, sem atrapalhar o serviço de retirada dos cabos antigos e a ligação definitiva dos novos condutores.

Pela discussão anterior, pode-se afirmar que boa parte da dificuldade prevista na realização de manutenções em redes de baixa tensão, em linha viva, é determinada pelo posicionamento inconveniente e formas geométricas das buchas de baixa tensão do transformador.

Com a colaboração da Romagnole, fabricante brasileiro de transformadores de distribuição, concluiu-se sobre a possibilidade de alterar o posicionamento convencional das buchas de baixa tensão, instalando-as na parte inferior do tanque. Esta solução resolveu parcialmente os problemas levantados pelas equipes de eletricitas, pois o reposicionamento das buchas para a parte inferior do tanque do transformador permite a realização de serviços de manutenção na rede de baixa tensão, sem que a área contaminada pela alta tensão seja invadida.

As Figuras 03, 04 e 05 mostram detalhes do protótipo fabricado. Trata-se de um transformador trifásico, com tensão nominal 13.800 - 220/127 V e potência nominal de 45 kVA, atendendo o padrão COELBA.

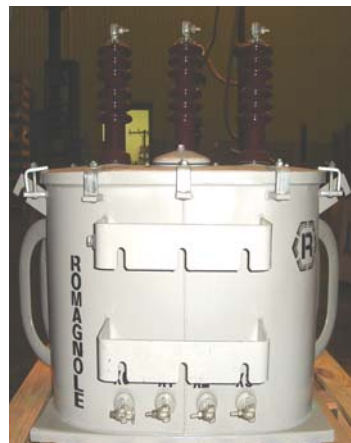


Figura 03: Protótipo desenvolvido pela Romagnole, com as buchas de baixa tensão instaladas na parte inferior do tanque do transformador.



Figura 04: Detalhe interno das conexões entre os terminais do enrolamento de baixa tensão e suas buchas.

Para facilitar a montagem da parte ativa do transformador no tanque, fabricada de modo convencional, foi acrescentado ao projeto original um barramento de cobre para a conexão dos terminais internos das buchas de baixa tensão e os do enrolamento de tensão inferior.

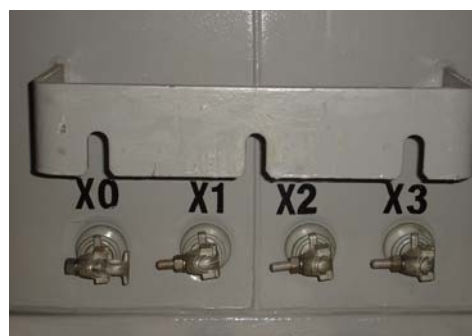


Figura 05: Vista do posicionamento das buchas de baixa tensão na parte inferior do tanque

Durante a avaliação do primeiro protótipo do transformador de distribuição modificado, percebeu-se que se teria um ganho em facilidade de operação, caso as buchas de baixa tensão fossem afastadas da posição central do tanque, conforme mostrado na Figura 06. Tal fato visa evitar dificuldades de acesso dos eletricitistas para a conexão entre os cabos da rede de baixa tensão e os terminais centrais do enrolamento secundário do transformador, em função de sua maior aproximação em relação ao poste onde o transformador é fixado.

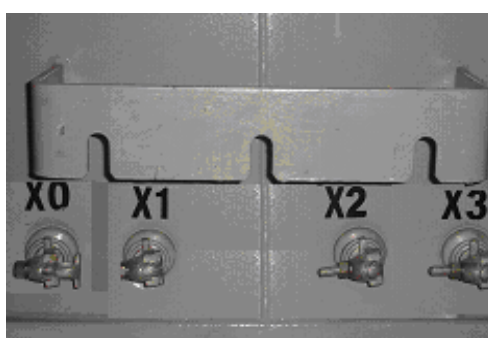


Figura 06: Detalhe do novo posicionamento das buchas de baixa tensão, proposto para padronização na COELBA.

4. RESULTADOS

Foi estabelecido um novo padrão para transformadores de distribuição, com as buchas de baixa tensão posicionadas na parte inferior do tanque do transformador. Durante a avaliação do primeiro protótipo, percebeu-se que as buchas posicionadas mais para as laterais do tanque facilitariam o trabalho em linha viva na rede secundária.

Para a avaliação do desempenho do protótipo construído, foram realizados ensaios dielétricos e de elevação de temperatura no Laboratório de Alta Tensão do LACTEC, comparando-se os resultados obtidos com os de um transformador de iguais características, porém com as buchas de baixa tensão instaladas na posição convencional.

Para evitar vazamento do óleo isolante, com, conseqüente, perda de estanqueidade

do novo transformador, empregou-se buchas de baixa tensão confeccionadas em poliéster, importadas dos Estados Unidos.

A avaliação em laboratório do protótipo construído indica que o projeto proposto apresenta potencial elevado para ser adotado como padrão para a rede de distribuição da COELBA. Seu emprego torna possível a realização de manutenções na rede de baixa tensão, sem o desligamento da alimentação do transformador de distribuição, facilitando a execução da tarefa e dispensando a intervenção de equipes de linha viva para a instalação de barreiras isolantes entres os ramais primário e secundário.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em laboratório mostram que o protótipo de transformador de distribuição avaliado, com as buchas de baixa tensão instaladas na parte inferior do tanque, não apresenta problemas de vedação ou de estanqueidade, apesar das elevações de temperatura do óleo isolante sobre o ambiente e dos enrolamentos sobre o ambiente serem pouco superiores ao de um equipamento similar, com as buchas de baixa tensão instaladas na posição convencional.

Na sequência do projeto, propões a instalação do transformador em campo, já com as alterações sugeridas para o posicionamento mais adequado das buchas de baixa tensão, visando avaliar seu desempenho, durabilidade e facilidade de operação em atividades regulares dos eletricitistas da COELBA em redes de baixa tensão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos técnicos e eletricitistas da COELBA e do LACTEC e, em especial, à participação da Romagnole Produtos Elétricos S.A. no projeto e no desenvolvimento deste novo padrão para transformadores de distribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COPEL / LACTEC. *Distâncias mínimas de Segurança*. Relatório 188/2005, Curitiba, Paraná.
- [2] IEC 61472. *Live working – Minimum approach distances for a.c. systems in the voltage range 72,5 kV to 800 kV – A method of calculation, Second Edition, September 2004*.
- [3] IEEE Std 516. *IEEE Guide for Maintenance Methods on Energized Power Lines* Revision of IEEE Std 516-1987, 1995.