

Por Fabio Henrique Dér Carrião, Claudio Mardegan e Claudio Rancoleta*

Capítulo XI

Testes em campo de barramentos

1 - INTRODUÇÃO

Os barramentos e/ou barramentos blindados, por serem equipamentos estáticos, não estão expostos aos desgastes mecânicos que ocorrem a motores e geradores, por exemplo, e, portanto, requerem um nível de atenção um pouco menor que esses.

A manutenção preventiva e preditiva do barramento deverá ser capaz de detectar alterações nas características originais do equipamento. A seguir, serão demonstrados os ensaios que devem ser realizados para que possíveis problemas possam ser detectados antes que ocorra um problema mais grave que pode levar a perda do equipamento.

2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA: ENSAIOS

Os seguintes testes são os mais recomendados para os barramentos:

- Medição da resistência ôhmica de isolamento;
- Ensaio de tensão aplicada.

A seguir, são descritos os procedimentos adotados em cada ensaio.

a) Medição da Resistência Ôhmica do Isolamento

A medição da Resistência Ôhmica do Isolamento dos barramentos é realizada através do uso de um Megômetro e tem

como finalidade avaliar o estado do isolamento do equipamento.

O valor da tensão de teste a ser aplicada para barramentos de baixa tensão deve ser de 500V.

Neste caso, o ensaio é julgado satisfatório se a resistência de isolamento entre os circuitos e as partes condutoras expostas é, pelo menos, $1000\Omega/V$ por circuito referido a uma tensão nominal destes circuitos para a terra.

b) Ensaio de Tensão Aplicada

Normalmente aplicado durante a fase de comissionamento e partida dos barramentos e barramentos blindados (bus way), o ensaio de tensão aplicada é realizado através do uso de um Hipot e também tem como finalidade avaliar o estado do isolamento do equipamento.

O valor da tensão de teste a ser aplicada para barramentos de baixa tensão será de acordo com a tabela a seguir.

TENSÃO NOMINAL DE ISOLAMENTO ENTRE FASES (V)	TENSÃO DE ENSAIO ELÉTRICO C.A. (V)
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500$	3500

A tensão de ensaio deve ser mantida por 5s. As fontes de energia C.A. devem ter potência suficiente para manter a tensão de ensaio, independentemente de qualquer corrente de fuga. A tensão de ensaio deve ter uma forma de onda praticamente senoidal e uma frequência entre 45Hz e 62Hz.

O ensaio é considerado como satisfeito se não houver perfurações ou descargas.

c) Outros Testes de Verificações

As inspeções termográficas e por ultrassom, já abordadas em outras oportunidades, são muito importantes no acompanhamento dos barramentos de um sistema elétrico de alta potência.

Em casos de detecção de pontos quentes na inspeção termográfica, deve-se proceder com o reaperto e torqueamento das conexões que se mostrem ineficientes. Em caso de detecção de fugas à terra em estágios iniciais por ultrassom, deve-se proceder com investigação sobre as possíveis causas e definição do procedimento corretivo a ser adotado, que podem incluir, desde simples serviços de limpeza e reaperto, até substituição de isoladores e ou seção de barramentos que possam estar danificados.

Fontes

Curso de Manutenção e Operação de Subestações – Engpower Eng. e Com. LTDA.

Electrical Power Equipment Maintenance and Testing Second Edition

– Paul Gill

NBR IEC 60439-1 – Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão

Testes em campo de cabos de média tensão

1 - INTRODUÇÃO

Os cabos elétricos, normalmente não exigem muitos serviços de manutenção preventiva. No entanto, alguns agentes externos podem contribuir para a deterioração dos cabos e, por isso, são necessárias inspeções periódicas: Em termos de ensaios, basicamente, é efetuada isolamento dos cabos com a utilização de um megôhmetro.

Os cabos de tensão de operação a partir de 11.4kV, além da resistência de isolamento com megôhmetro, podem ser testados com alta tensão Vcc para maior garantia das condições de isolamento de acordo a necessidade avaliada em cada caso.

2 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA: INSPEÇÕES E ENSAIOS

2.1- Inspeções periódicas

Periodicamente, devem ser realizadas algumas inspeções na instalação:

- Verificar que o cabo não está trabalhando em temperatura

**PROTEJA
SEUS MELHORES
MOMENTOS**



**iCLAMPER
Energia 3 + módulos**



O iClamper Energia 3 reúne toda proteção que você precisa em um único equipamento!

Um DPS com design moderno, com exclusivo sistema que conta com três entradas laterais e um plugue giratório de 180º, que permite a conexão simultânea de até três equipamentos eletrônicos em locais com espaço reduzido.

Para uma proteção ainda mais completa, este produto é compatível com dois módulos complementares: iCLAMPER Cabo e iCLAMPER Tel.

excessiva devido a aumentos sucessivos de carga que podem ter levado o cabo a operar em valores inadmissíveis;

- Verificar a existência de óleo, graxa e outros resíduos químicos nos eletrodutos e caixas de passagem que podem danificar a capa protetora e a isolamento do cabo;
- Verificar a ausência de ressecamento da isolamento; isso pode ser observado pela mudança de coloração da mesma;
- Verificar se existem eletrodutos, braçadeiras, bandeja enferrujados ou quebrados de forma que possam danificar diretamente o cabo;
- Verificar que não existem fontes externas de aquecimento no cabo, tais como vazamentos de vapor ou produtos que impeçam a sua refrigeração;
- Verificar que não existem escavações próximas a cabos subterrâneos. É recomendável instalar placas de aviso ao longo da faixa;
- Em períodos que podem variar entre um e três anos, é recomendável que sejam feitos testes de acompanhamento da deterioração do dielétrico.

A periodicidade dessas inspeções pode variar de acordo com diversos fatores, tais como: tipo de planta, tipo de instalação, histórico de eventos etc.

2.2 - Ensaios

A seguir, são descritos os procedimentos adotados em cada ensaio realizado nos cabos.

a) Medição da Resistência Ôhmica do Isolamento

A medição da Resistência Ôhmica do Isolamento dos cabos é realizada através do uso de um Megôhmetro e tem como finalidade avaliar o estado do isolamento do cabo. Para cabos de tensão de operação de até 4.16kV, pode ser utilizado o valor de 2500Vcc, e para cabos de tensão de operação superiores a este valor, pode ser utilizada a tensão de 5000Vcc de teste. A tensão deve ser aplicada durante um minuto antes de se fazer a leitura de isolamento.

A medição é realizada entre o cabo e o terra do sistema e pode ser realizada com as três fases curto circuitadas ou uma fase separadamente da outra.

Pode se considerar a seguinte fórmula para o cálculo do valor mínimo aceitável em MΩ:

$$R_{\min} = kV + 1$$

Como exemplo, podemos tomar um cabo com tensão nominal

de 13.8kV, o que deverá resultar em uma isolamento mínima de $13.8 + 1 = 14.8M\Omega$.

b) Teste de Cabos Elétricos com Alta Tensão

O teste de tensão aplicada em cabos elétricos, também conhecido como Hipot em cabos, normalmente é feito no período de instalação do cabo no sistema, antes de o mesmo ser energizado pela primeira vez. Para isso, são utilizados os maiores valores de tensão recomendados pela norma NBR 7286 (ver tabela 1, a seguir). Mas pode ser necessário em cabos já instalados há muitos anos, em casos de necessidade de movimentação dos mesmos ou devido à substituição de terminações por exemplo; nesses casos, são aplicados os menores valores dados pela norma.

O teste é realizado com equipamento específico para tal, conhecido como Hipot, que de acordo com o tipo, terá uma faixa nominal de aplicação de tensão Vcc que deve ser adequada à tensão nominal do cabo a ser testado.

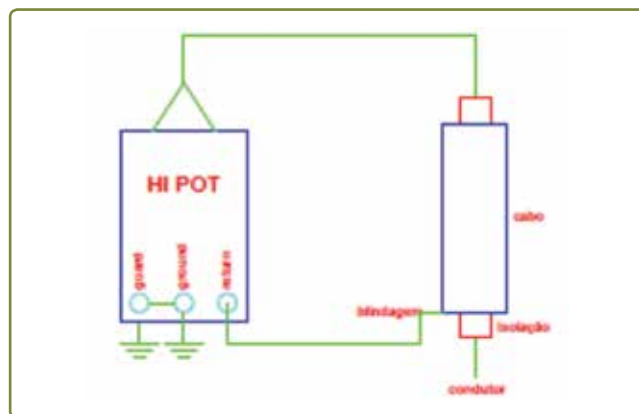


Figura 1 – Conexão do Hipot ao Cabo.

A aplicação é feita entre o cabo e a terra do sistema (Figura 1), e o equipamento monitora a corrente de fuga através do cabo sob teste.

TABELA 1 – TENSÃO A SER APLICADA.

OCASIÃO	TENSÃO	TEMPO (MIN.)
APOS CONCLUSÃO DA INSTALAÇÃO	80%	15
DURANTE O PERÍODO DE INSTALAÇÃO	75%	5
APOS ENTRAR E OPERAÇÃO - GARANTIA	65%	5
FORA DO PERÍODO DE GARANTIA	TENSÃO NOMINAL – FASE FASE	5

O nível de tensão de teste e o tempo de aplicação são definidos conforme o momento da instalação, como já citado e de acordo com a tabela 1, e conforme a tensão de isolamento do cabo (Tabela 2).

TABELA 2 – TENSÃO TOTAL DE TESTE DE ACORDO COM TENSÃO DE ISOLAMENTO.

Tensão de Isolamento (V ₀ / V)	0,1 / 1	1,8 / 3	3,6 / 6	6 / 10	8,7 / 15	12 / 20	15 / 25	20 / 35
Tensão de Ensaio (kV CC)	8,5	15,5	26,5	36	53	72	90	120

Deve-se anotar o valor da corrente de fuga a cada minuto durante a execução do ensaio para se plotar uma curva em função do tempo. A forma esperada para a curva é dada na figura 2.

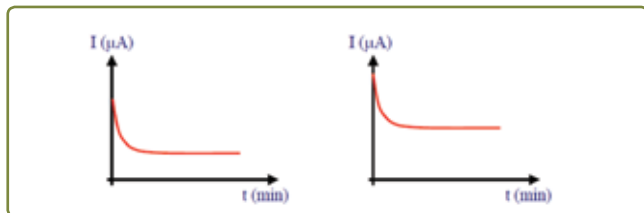


Figura 2 – Gráfico Tempo x Corrente de Fuga Esperado.

Os gráficos abaixo indicam que a isolamento do cabo testado possa estar deteriorada.

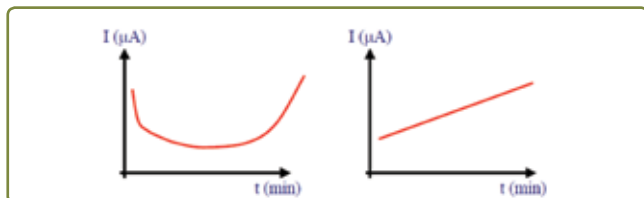


Figura 3 – Gráfico Tempo x Corrente de Fuga Cabo Deteriorado.

Retirado de Curso de Ensaio Elétricos de Equipamentos e Usinas – Lactec

Após a execução do teste, é recomendável aterrar os cabos testados para que sejam descarregados.

De modo geral, serão considerados aptos para energização, os cabos que não perfurarem a isolamento pela tensão de teste aplicada. A corrente de fuga não é indicativo conclusivo de danos, ao menos

que se tenha histórico de testes com medição da corrente de fuga onde se possa verificar as tendências do cabo.

FONTES

Curso de Manutenção e Operação de Subestações – Engenpower Eng. e Com. LTDA.

Manutenção Industrial 2a Edição – Angel Vázquez Moran

NBR 7286-2001 – Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) para tensões de 1kV a 35kV – Requisitos de desempenho.

**Fabio Henrique Dér Carrião é engenheiro electricista, especialista em energia e automação (USP), gestor de equipes de campo (engenharia, comissionamentos, montagens) em subestações de alta, média e baixa tensão, em usinas, distribuidoras e indústrias. Gerente de Engenharia na ENGEPOWER*

**Claudio Mardegan é engenheiro electricista, especialista em proteção de sistemas de potência, membro sênior do IEEE, professor, palestrante e CEO da ENGEPOWER.*

**Claudio Rancoleta é empresário, pesquisador eletrotécnico, especialista em produtos químicos para área elétrica, membro do COBEI (NBR transformadores elétricos) e CEO da URKRAFT Sistemas.*

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em: www.osetoreletrico.com.br

Dúvidas, sugestões e outros comentários podem ser encaminhados para:

redacao@atitudeeditorial.com.br

Se passa COBRECUM, passa

segurança

COBRECUM CABO FLEXICOM

CABO FLEXICOM ANTICHAMA 450/750 V
Indicado para instalações internas fixas como industriais, comerciais e residenciais, o cabo **Flexicom Antichama 450/750 V da COBRECUM**, possui dupla camada de isolamento o que o torna mais resistente ao passar em eletrodutos, bandejas ou canaléas. Sua máxima flexibilidade facilita o trabalho de instalação e a alta tecnologia garante muito mais segurança para todo tipo de projeto.

Cobrecum

☎ 11 2118.3200 | /cobrecum - www.cobrecum.com.br