

Ensaio para determinação da isolação em cabos de média tensão

Fernando Stemmler fernando@ccpg.eng.br¹

¹ CCPG Engenharia Elétrica, Ponta Grossa/PR, Outubro/2020.

Palavras-chave: Ensaio, isolamento, isolação, média tensão, muflas, terminais, hi-pot.

Resumo

Cabos de média tensão são amplamente utilizados em para condução de energia aonde se faz necessário conduzir eletricidade em trechos enclausurados, ou subterrâneos, servindo como meio de condução de energia de forma segura.

Após sua instalação, os cabos condutores de energia em média tensão, necessitam ser comissionados, ou seja, testados para garantir que poderão operar com as características de desempenho e segurança para as quais foram projetados.

1 Normas aplicáveis

As normas brasileiras NBR 7286:2015 e 7287:2019 regem as características de fabricação, desempenho e ensaios de cabos com isolação entre 1kV e 35kV.

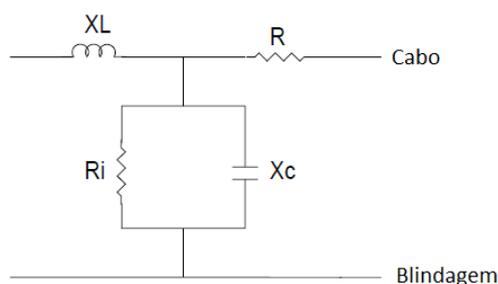
Durante o processo de fabricação os ensaiados quanto as suas características mecânicas e elétricas.

Após sua instalação entende-se que os cabos necessitam ser novamente ensaiados para comprovar que durante sua instalação não sofreram danos.

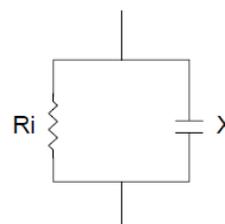
2 Características elétricas dos cabos condutores

Um cabo condutor em média tensão é formado por um conjunto de camadas de materiais que garante um isolamento adequação ao nível de tensão que serão utilizados.

Suas características elétricas podem ser representadas pelo circuito equivalente abaixo:



Como estamos analisando o isolamento deste cabo, podemos portanto considerar os parâmetros do circuito equivalente deste condutor (X_L e R) desprezíveis em relação aos parâmetros de isolamento R_i e X_C deste modelo, obtendo portanto o modelo simplificado equivalente abaixo:



Quando for aplicada uma tensão CA de operação neste cabo, surgirá uma corrente através do capacitor e/ou ainda uma corrente de fuga pela resistência de isolamento. Se aplicarmos uma corrente contínua (CC) em vez da corrente alternada (CA), teremos somente uma circulação de corrente de fuga através da resistencia de isolamento do cabo.

A corrente total presumida neste cabo em teste ser formada pela soma de 3 correntes distintas, denominadas de I_C , I_A e I_F , sendo elas:

- a) corrente capacitiva de carga (I_C): ela é o resultado da aplicação de uma tensão à capacitância do isolamento e função do material isolante do cabo. Este valor de corrente inicia com um valor muito alto e decai rapidamente de forma exponencial à zero. Esta corrente não é considerada para efeito de avaliação da condição de isolamento.
- b) Corrente de absorção dielétrica (I_A): surge devido à polarização e acumulação de cargas elétricas no interior de dielétricos imperfeitos, estando sujeita a uma tensão em CC. É dada pela seguinte equação:

$$I_A = \Delta V \times C \times D \times t^{-n}$$

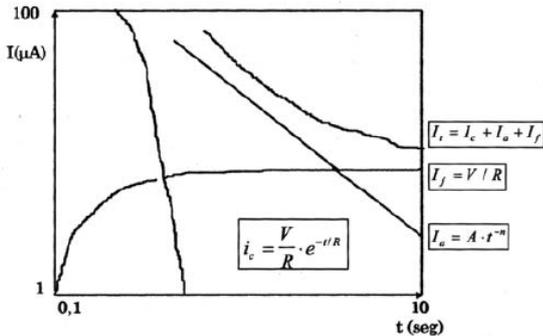
- c) Corrente de fuga (I_F): o valor da corrente de fuga é determinado pela lei de Ohm, ou seja:

$$I_F = \frac{V}{R}$$

Como I_C e I_A decrescem com o decorrer do tempo, a corrente medida após um tempo suficiente para atingir a estabilização, será a corrente de fuga I_F . Após a estabilização, a corrente de fuga deve

permanecer constante, independente do tempo, para determinado valor de tensão aplicada ao isolamento.

Deste modo, pode-se afirmar que o isolamento do cabo ensaiado suporta o valor de tensão aplicada. Porém, se houver um aumento contínuo de corrente de fuga, mantendo-se constante a tensão, possivelmente a isolação do cabo estará com defeito, podendo ser perfurada se houver continuidade de aplicação de tensão.



3 Valores de tensão de ensaio CC com HyPot

A NBR 7287 prevê na tabela 2as seguintes tensões para ensaios em cabos de média tensão:

Tensão de isolamento U0/U (kV)	8,7/15	12/20	15/25	20/35
Tensão de ensaio (kV)	53	72	90	120

4 Ensaio de tensão aplicada CC com HyPot

Devido a parcela da corrente capacitiva, o ensaio não é adequado para ser realizado com HyPot CA, e sim com o HyPot CC.

Partindo-se do zero, eleva-se a tensão gradativamente até o valor do 10 degrau, num tempo igual a 30 segundos;

Aguarda-se, no mínimo, 1 minuto para a estabilização da corrente, efetuando-se, em seguida, a leitura da corrente de fuga. Plota-se o primeiro ponto no gráfico;

Eleva-se a tensão gradativamente até o valor do 20 degrau, num tempo igual a 30 segundos;

Aguarda-se, novamente, 1 minuto para a estabilização da corrente, efetuando-se, em seguida, a leitura da corrente de fuga. Plota-se o segundo ponto no gráfico;

Repete-se a seqüência acima até atingir o valor de tensão limite de ensaio estabelecido;

Imediatamente após ser atingida a tensão de ensaio ou o ponto "C", **sem aguardar** a estabilização da corrente, efetuar a leitura desta última e plota-se o valor encontrado;

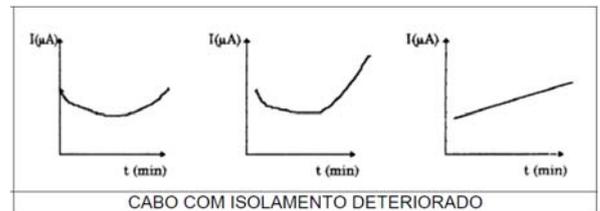
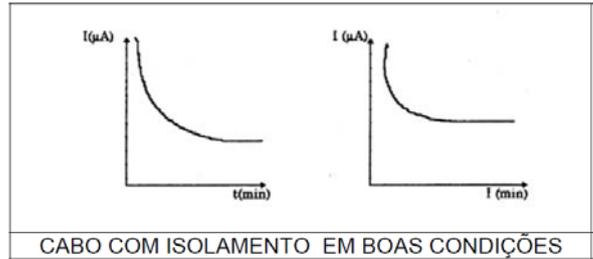
Mantendo-se fixa a tensão, efetuar leitura de corrente de 1 em 1 minuto até 10 minutos. Plota-se cada valor no gráfico "corrente de fuga x tempo";

Após 10 minutos, reduz-se a tensão até zero. Aguarda-se alguns minutos para que seja descarregada a energia contida no cabo;

Por medida de segurança, aterrassa-se o cabo para a eliminação de eventuais cargas residuais.

5 Análise dos resultados

Este ensaio é feito para uma avaliação comparativa de ensaios atuais com anteriores. A curva "corrente de fuga x tempo" quando apresentar sinais de elevação, significará uma má condição do isolamento.



6 Referências

Fernando Piazza, **Ensaio para verificação do isolamento de cabos de média tensão**, trabalho disponível na internet, Curitiba, 16/12/2016