

Relatório 03: Medição da Resistência de Isolamento das Máquinas Elétricas

Batista, H.O.B.¹, Alves, W. F. O.²

Matriculas: 96704¹, 96708²

Departamento de Engenharia Elétrica,

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

e-mails: hiago.batista@ufv.br¹, werikson.alves@ufv.br²

I. INTRODUÇÃO

Quando um equipamento elétrico, como o caso de um motor não é colocado imediatamente em serviço, deve-se protegê-lo contra umidade, temperatura elevada e sujeiras, evitando assim, que a resistência de isolamento sofra com isso. A resistência de isolamento do enrolamento deve ser medida antes da entrada em serviço. Se o ambiente for muito úmido, é necessária uma verificação periódica durante a armazenagem.

É difícil prescrever regras fixas para o valor real da resistência do isolamento de uma máquina, uma vez que ela varia com as condições ambientais (temperatura, umidade), condições de limpeza da máquina (pó, óleo, graxa, sujeira) e qualidade e condições do material isolante utilizado. Assim, é considerável uma dose de bom senso, fruto de experiência, na qual deve ser usada, para concluir quando uma máquina está ou não apta para o serviço, além de possuir registros periódicos que também são úteis para esta conclusão.

Em máquinas novas, muitas vezes podem ser obtidos valores inferiores, devido à presença de solvente nos vernizes isolantes que posteriormente se volatilizam durante a operação normal. Isto não significa necessariamente que a máquina está inapta para operação, uma vez que a resistência do isolamento se elevará depois de um período em serviço. Em máquinas velhas, em serviço, podem ser obtidos frequentemente valores muito maiores. A comparação com valores obtidos em ensaios anteriores na mesma máquina, em condições similares de carga, temperatura e umidade serve como uma melhor indicação das condições da isolação do que o valor obtido num único ensaio, sendo considerada suspeita qualquer redução grande ou brusca.

Em geral, a resistência de isolamento das máquinas elétricas é medida por um equipamento denominado de megôhmetro com tensão contínua. Deve ser observado que a tensão do aparelho não seja superior a que o enrolamento pode suportar.

As tensões utilizadas pelos megôhmetros estão em função da potência e da tensão da máquina. Assim são utilizados os megôhmetros:

- 50 V – para máquinas pequenas de baixa tensão e potência inferior a 1 KW;

- 500 V – para máquinas pequenas de tensão até 1000 V e potência superior a 1 KW e indutores de alternadores (enrolamento de campo);
- 1000 V – para os estatores dos alternadores (induzido) e para os transformadores;
- 2000 V – para máquinas de alta tensão em geral;

Deve ser frisado que as medidas da resistência de isolamento com relação à carcaça, deverão ser feitas com o pólo positivo do megôhmetro ligado a ela e o negativo ligado no terminal do enrolamento a ser testado, pois no caso de se pretender medir a resistência de isolamento de uma máquina que tenha o isolamento umedecido, haverá decomposição da água pela passagem da corrente.

Forma-se hidrogênio que se dirigindo para o pólo negativo, tornará o contato do cobre com o isolamento melhor, diminuindo assim a resistência de isolamento o que facilita a identificação do efeito. Se a polaridade estiver invertida, o cobre oxidaria e a resistência tornar-se-ia maior, dando possibilidade a uma falsa interpretação das medições.

Existem três casos onde a medida de resistência de isolamento deve ser efetuada:

- Quando a máquina é nova, para verificar se a mesma está em condições de ser colocada em funcionamento;
- Em máquinas já em uso, para se ter uma ideia do seu estado de isolamento;
- Em máquinas que sofreram manutenção e que deverão ser postas em funcionamento;

As regras seguintes indicam a ordem de grandeza dos valores que podem ser esperados em máquina limpa e seca, a 40° C, quando a tensão de ensaio é aplicada durante 1 minuto, fornecida pela curva da Figura 1, conforme NBR 5165. A resistência de isolamento deve obedecer à Equação 1, na qual R_I é a resistência de isolamento mínima admissível em $M\Omega$ e V_N é a tensão nominal da máquina em KV.

$$R_I = V_N + 1 \quad (1)$$

Esta fórmula é válida para resistência de isolamento medida a 40° C. Se o ensaio for feito em temperatura diferente, será necessário corrigir a leitura para 40° C, utilizando-se uma curva de variação da resistência do isolamento em função da temperatura, levantada com a

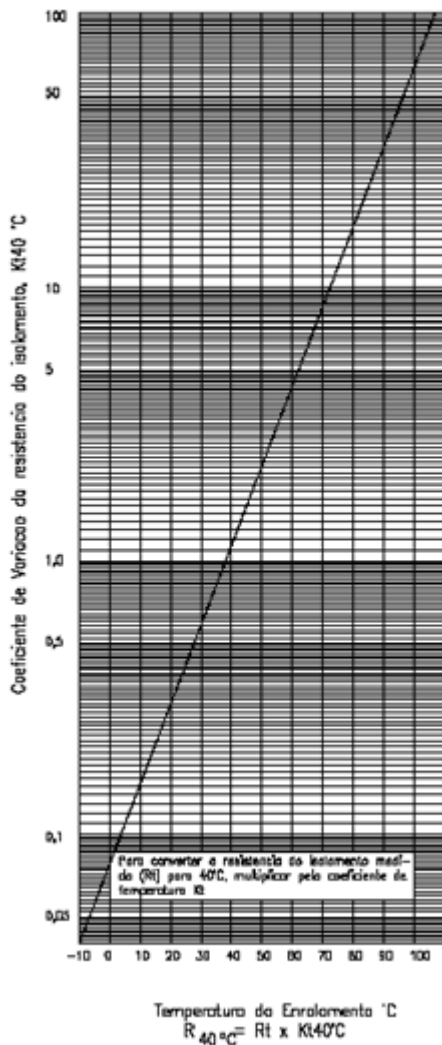


Figura 1. Curva de variação da resistência de isolamento em função da temperatura

própria máquina. Se não se dispõe desta curva, pode-se empregar a correção aproximada fornecida pela curva da Figura 1, conforme NBR 5165. Se a resistência do isolamento for menor que os valores obtidos pela Equação 1, os motores terão que ser submetidos a um processo de secagem.

II. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Este relatório tem por objetivo determinar e avaliar a medição da resistência de isolamento das máquinas elétricas do laboratório.

III. MATERIAIS

- Máquina CC;
- Máquina Síncrona;
- Máquina de indução;
- Transformador Monofásico.

IV. DESENVOLVIMENTO

No caso das máquinas do laboratório em geral foi utilizado um megôhmetro na escala de 500 V. O processo de uso do megôhmetro é o mesmo para todos os tópicos abaixo, sendo diferenciados apenas no modo de ligação do terminais.

Logo, usando o megôhmetro digital, foi selecionado a chave seletora para a posição $M\Omega$ e a chave seletora de faixas para a tensão de 500 V, em seguida, foi conectado as pontas de prova aos terminais terra e *line* do instrumento, conforme tensão desejada, e a outra extremidade no circuito sob teste. Após realizadas as ligações, foi pressionado o botão *Push On* junto com o botão *Timer On* para iniciar as medições, depois foi feita a leitura em $M\Omega$ e após realizar as medições foi liberado o botão de *Push On* e pressionado a opção *OFF* do *Timer*. Após esperar alguns segundos, foi desconectado as pontas de prova do circuito sob teste, pois é necessário para descarregar a carga armazenada no circuito sob teste.

A. Determinação da Resistência de Isolamento entre os Polos e Carcaça

Primeiramente foi ligado o terminal positivo do megôhmetro na carcaça e o terminal negativo no enrolamento do campo *shunt* (circuito de campo C ou D).

B. Determinação da Resistência de Isolamento entre a Armadura da M.C.C e a Carcaça

Para esta resistência foi ligado o terminal positivo do megôhmetro na carcaça e o terminal negativo foi ligado na armadura (A ou B).

C. Determinação da Resistência de Isolamento entre o enrolamento de Compensação e a Carcaça

Para este, foi ligado o terminal positivo na carcaça e o terminal negativo foi ligado no pólo de compensação (E ou EF_1).

D. Determinação da Resistência de Isolamento entre o enrolamento de campo *shunt* e Armadura

Para esta, foi ligado um terminal ao pólo (C ou D) e o outro na armadura (A ou B), neste caso não importando a ordem.

E. Determinação da Resistência de Isolamento entre os Pólos de Compensação e a Armadura

Neste, foi ligado um terminal no pólo de compensação (E ou EF_1) e o outro na armadura (A ou B), neste caso não importando a ordem.

F. Determinação da Resistência de Isolamento entre o enrolamento do campo *shunt* e os Pólos de Comutação

Nesta, foi ligado um terminal ao pólo (C ou D) e o outro ao pólo de compensação (E ou EF_1), neste caso não importando a ordem.

Após terminadas todas essas medições, o processo foi repetido para as máquinas síncrona e de indução.

V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Utilizando a Equação 1, foi calculado o valor mínimo da resistência de isolamento admissível para as máquinas e para o transformador. Esses valores são apresentados na Tabela I junto aos valores das resistências medidas no laboratório.

Tabela I
RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO PARA CADA TIPO DE MÁQUINA ELÉTRICA.

Máquinas $R_I = 1,22 \text{ } M\Omega$	Resistência de Isolamento [$M\Omega$]
Máquina CC	
Campo Shunt e Carcaça	$R_I > 1000$
Armadura e Carcaça	$R_I = 42$
Armadura e Campo Shunt	$R_I > 1000$
Máquina Síncrona	
Campo e Carcaça	$R_I > 1000$
Estator e Carcaça	$R_I > 1000$
Bobina e Campo	$R_I > 1000$
Máquina de Indução	
Rotor e Carcaça	$R_I = 25$
Estator e Carcaça	$R_I = 450$
Entre bobinas	$R_I > 1000$
Estator e Rotor	$R_I > 1000$
Trans. Monofásico $R_I = 1,11 \text{ } M\Omega$	
Bobina e Carcaça	$R_I = 453$
Entre Bobinas	$R_I = 240$

Comparando os valores medidos com a resistência mínima, observa-se que as máquinas estão todas acima desse valor, demonstrando estarem aptas para as condições de isolamento do laboratório. Entretanto, é importante ressaltar o uso da escala correta, pois, por exemplo caso fosse utilizado um megôhmetro de 2000 V, o resultado apresentado no visor do medidor seria diferente e poderia indicar um valor menor que a resistência mínima exigida.

- Em que situação se deve determinar a resistência de isolamento de uma máquina de corrente elétrica e porque?

VI. CONCLUSÕES

Portanto, foi possível determinar e avaliar as resistências de isolamento das máquinas elétricas do laboratório e observar que todas estão bem isoladas. Além disto, pôde-se analisar e entender as situações em que a resistência de isolamento de uma máquina de corrente elétrica deve ser determinada, sendo elas: quando a máquina é nova, em máquinas já em uso e em máquinas que sofreram manutenção e que deverão ser postas em funcionamento.

REFERÊNCIAS

- [1] J. T. Resende. *Laboratorio de Máquinas Elétricas 2 - Prática 03*. D.E.L.-UFV, 2022.