

MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS ROTATIVAS: O QUE SE CONHECE?

GMI 17 / Takao Paulo Hara

Material

Antes de 1970 (termoplástico) – Asfalto, Shellac, Alkidica

Depois de 1970 (termofixo) – Poliéster e Epóxi

Instrumento de medição

Inventado em 1.888

Primeira medição em campo 1.889

Medições frequentes entre 1.920 e 1.930

Tecnologia: Gerador, eletrônico, digital e **digital – fonte chaveada**

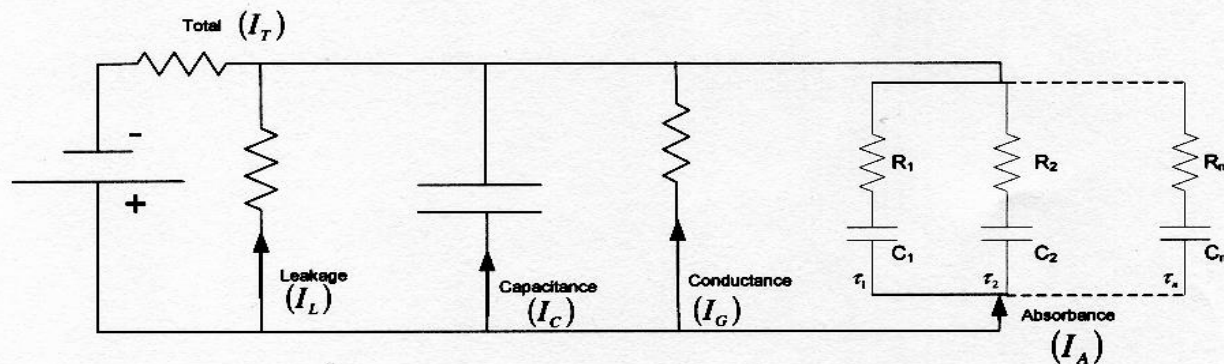
Norma

IEEE 43 - Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of
Rotating Machinery

Primeira versão 1.950

Revisões em 1.961 e **1.974**

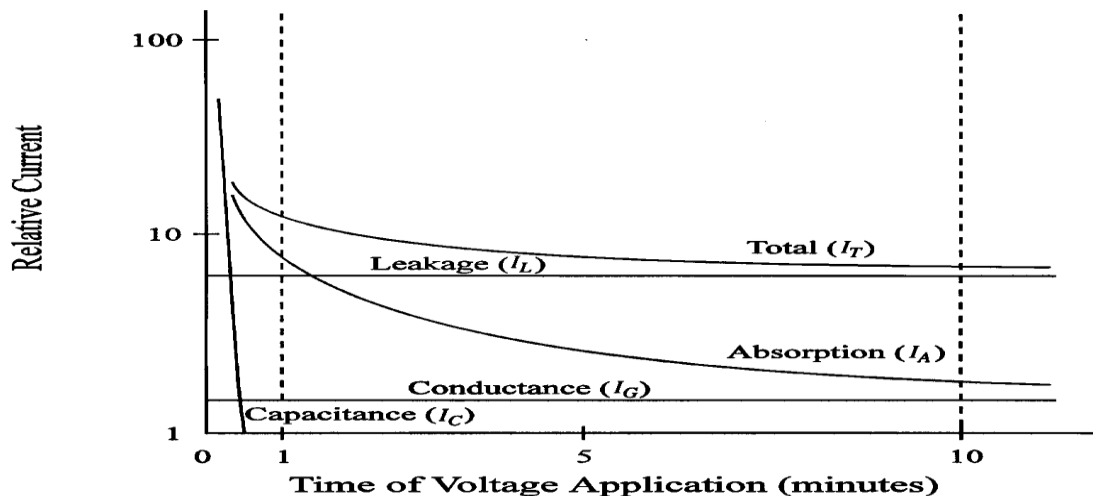
Revisões em 2.000 e 2.013



$$I_T = I_C + I_L + I_G + I_A$$

I_L = Contaminantes condutores

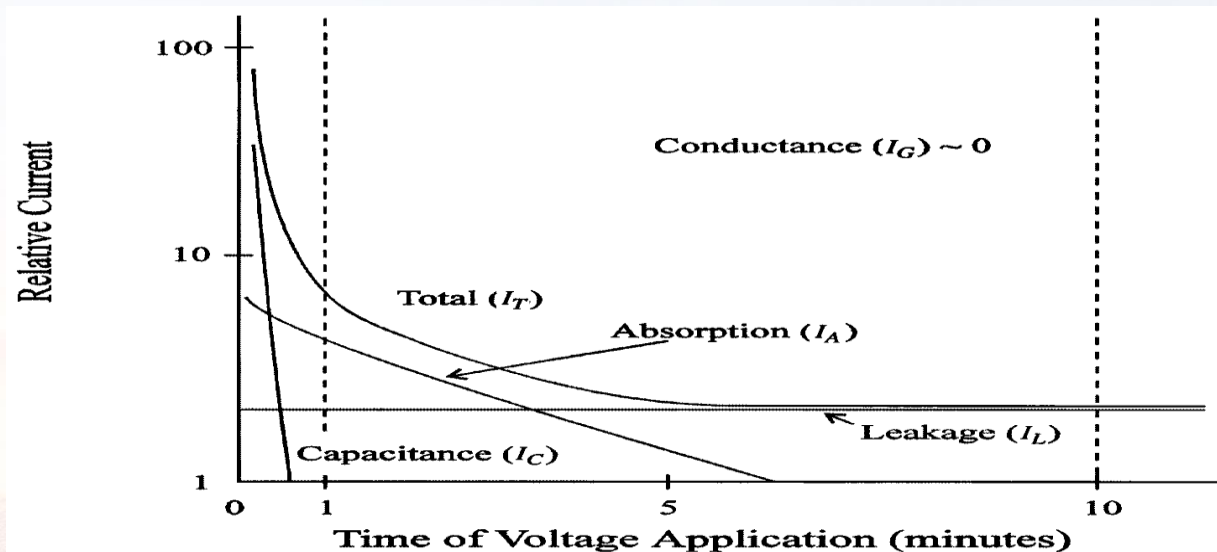
I_A = Contaminantes iônicos e polares



$$I_T = I_C + I_L + I_G + I_A$$

$$I_T = I_L + I_G + I_A \quad \text{em 1 min}$$

$$I_T = I_L + I_G + I_A \quad \text{em 10 min } I_A \text{ estabiliza}$$

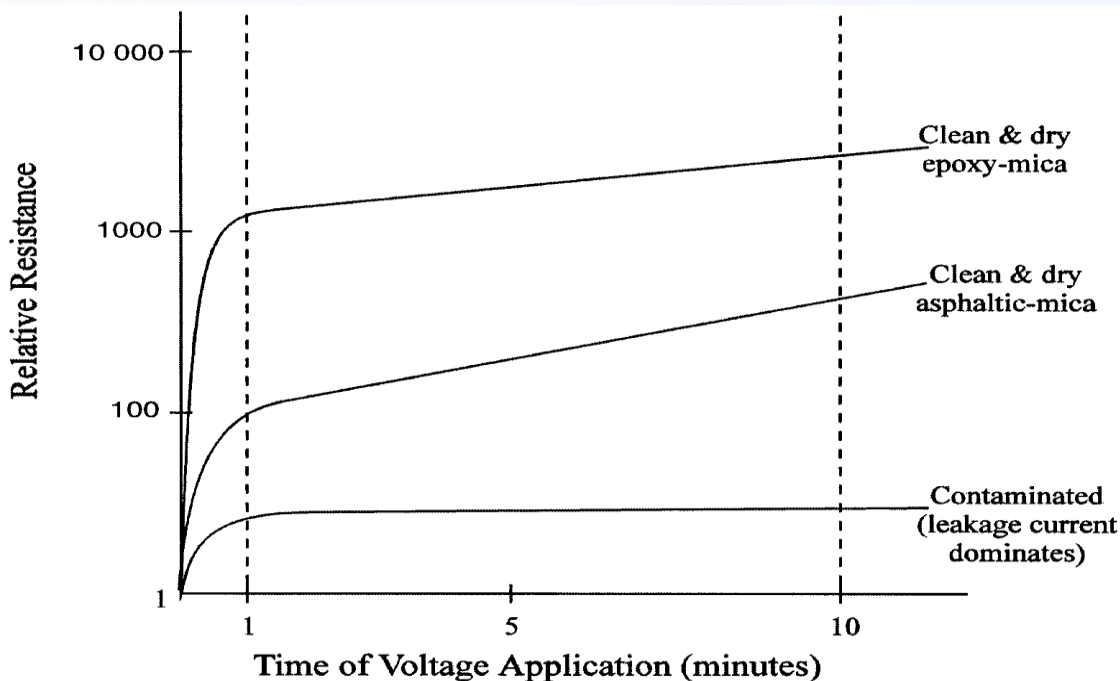


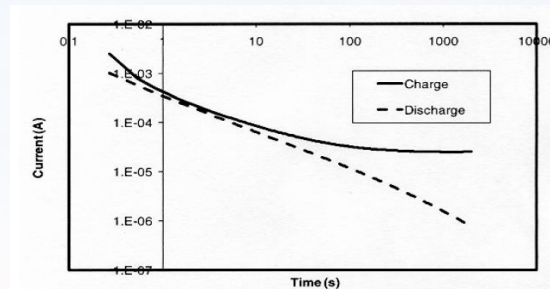
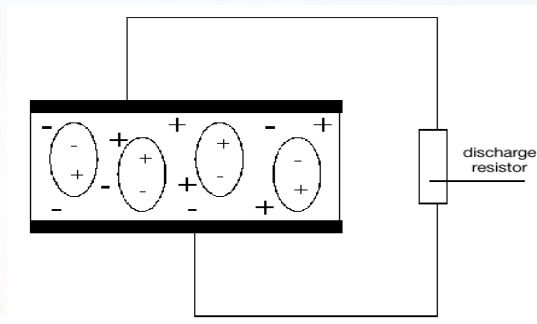
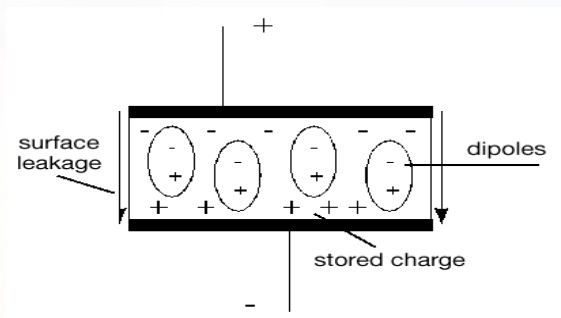
$$I_T = I_C + I_L + I_A$$

$$I_T = I_L + I_A \quad \text{em 1 min}$$

$$I_T = I_L \quad \text{em 10 min pois } I_A \text{ tende a Zero}$$

Tensão nominal do enrolamento (Vca ou cc)*	Tensão Vcc - Medição RI
< 1.000	500
1.000 - 2.500	500 - 1.000
2.501 - 5.000	1.000 - 2.500
5.001 - 12.000	2.500 - 5.000
> 12.000	5.000 - 10.000





Corrente de Carga

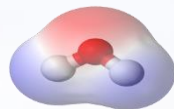
Corrente de Descarga

Gráfico log carga - descarga

Anexo C da IEEE 43:2013

Condição da Superfície

Umidade



Temperatura

Correção à 40 °C

1.974, 2.000 e 2.013

Magnitude da Tensão

Existência de Carga

Valor mínimo de RI (MΩ)	Material sob teste
$RI_1 = kV + 1$	Para maioria dos enrolamentos fabricados antes de 1970, todos os enrolamentos e campo e outros não descritos abaixo
$RI_1 = 100$	Para a maioria dos enrolamentos fabricados depois de 1970, bobinas moldadas
$RI_1 = 5$	Para a maioria das máquinas com bobinas do estator fio redondo e bobinas moldadas com tensão nominal abaixo de 1 kV e armaduras dc.

Classe Térmica	Valor Mínimo de IP
Classe 105 (A)	1,5
Classe 130 (B) e acima	2,0

Termoplástico – Mica + Asfalto

RI_1 deverá exceder $(kV+1) M\Omega$

$IP < 1$ Ruim (úmido, sujo)

$2 < IP < 6$ Bom

$IP > 7$ deterioração térmica

Contaminantes =
Sujeira e Umidade

Termofixo – Mica + Epoxi

$RI_1 > 100 M\Omega$ - Bom

Se $RI_1 < 5.000 M\Omega$,

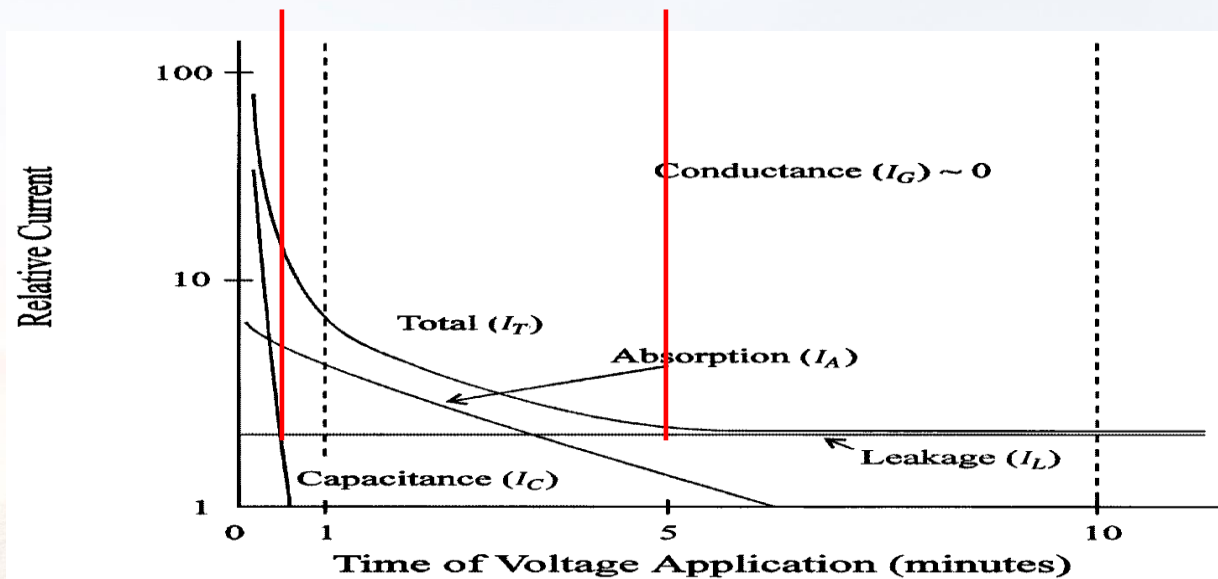
$IP < 2$ Ruim

$IP > 2$ Limpo e Seco

Se $RI_1 > 5.000 M\Omega$, IP é irrelevante

WECO – Poliéster – 1963
GE – Epóxi -1969

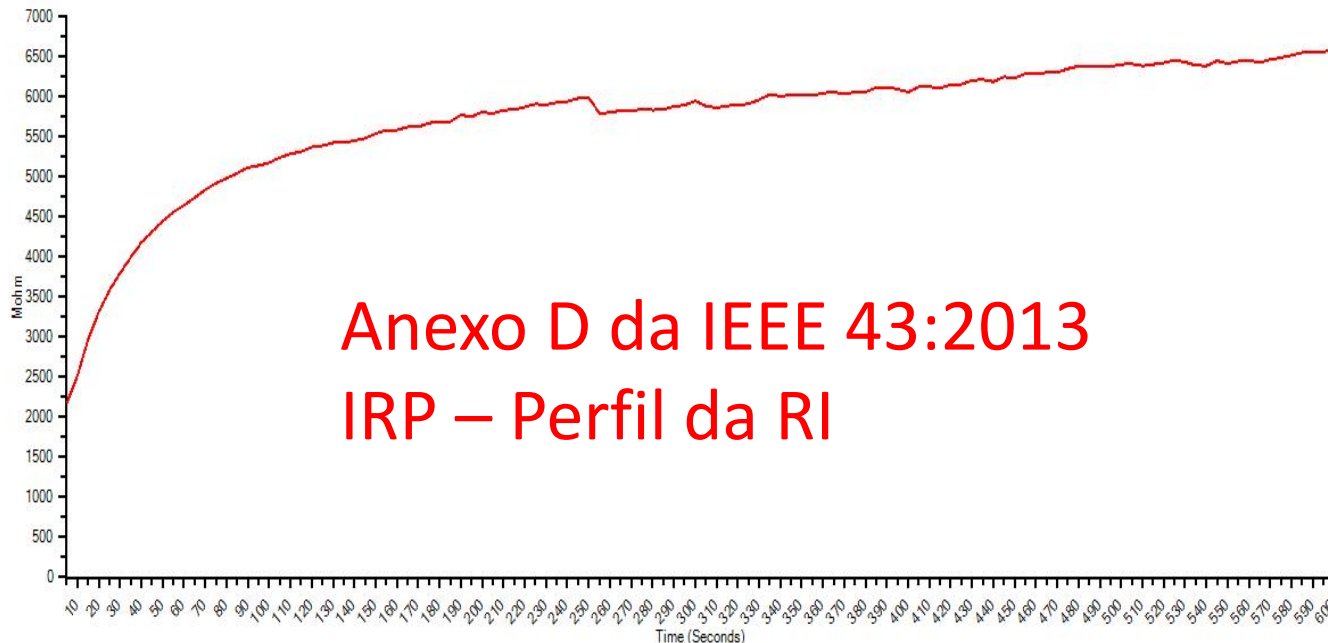
$IP = RI_{10 \text{ min}} / RI_{1 \text{ min}}$ ou $IP = RI_{5 \text{ min}} / RI_{0,5 \text{ min}}$ (Nova prática)



$$IP = RI_{10 \text{ min}} / RI_{1 \text{ min}}$$

$$IP = RI_{5 \text{ min}} / RI_{0,5 \text{ min}} \text{ (Nova prática)}$$

Anexo A da IEEE 43:2013



Anexo D da IEEE 43:2013
IRP – Perfil da RI

Processo de retirada de umidade

Fonte do medidor

1 MΩ, 5 kV, 6 mA, 60 VA

5 MΩ, 5 kV, 1 mA, 10 VA

$$\downarrow R = V/I \uparrow$$

Aquisição – atender a norma IEEE 43:2013

Correção de temperatura para 40 °C

Perfil da resistência de isolamento - IRP

Medição do ponto de orvalho

Pintura de acabamento

Delay entre tecnologia de material e atualização de norma

Aplicação desatualizada, não atende a norma IEEE 43:2013

Ensaio simples – Não aplicam corretamente

Caminho – treinamento e conhecimento

Agradecimentos

Muito Obrigado

Arigatou Gozaimashita

TAKAO PAULO HARA



(41)3027-3473



(41) 9 9973-7583



takao.hara@hara.eng.br



www.hara.eng.br