

Agosto/2015



MSV

Motores Eléctricos

Motor e suas Falhas



Cronograma.

- ▶ **Apresentação.**
- ▶ **Fundamentos Básicos dos Motores.**
- ▶ **Principais Falhas em Motores Elétricos.**
- ▶ **Isolantes.**
- ▶ **Causas da Deterioração de Isolantes.**
- ▶ **Ensaio.**
- ▶ **Técnicas Preditivas.**
- ▶ **Exemplos Práticos**
- ▶ **Eficiência Energética**
- ▶ **A ASV**

Apresentação:



Varasquim, José Miguel.

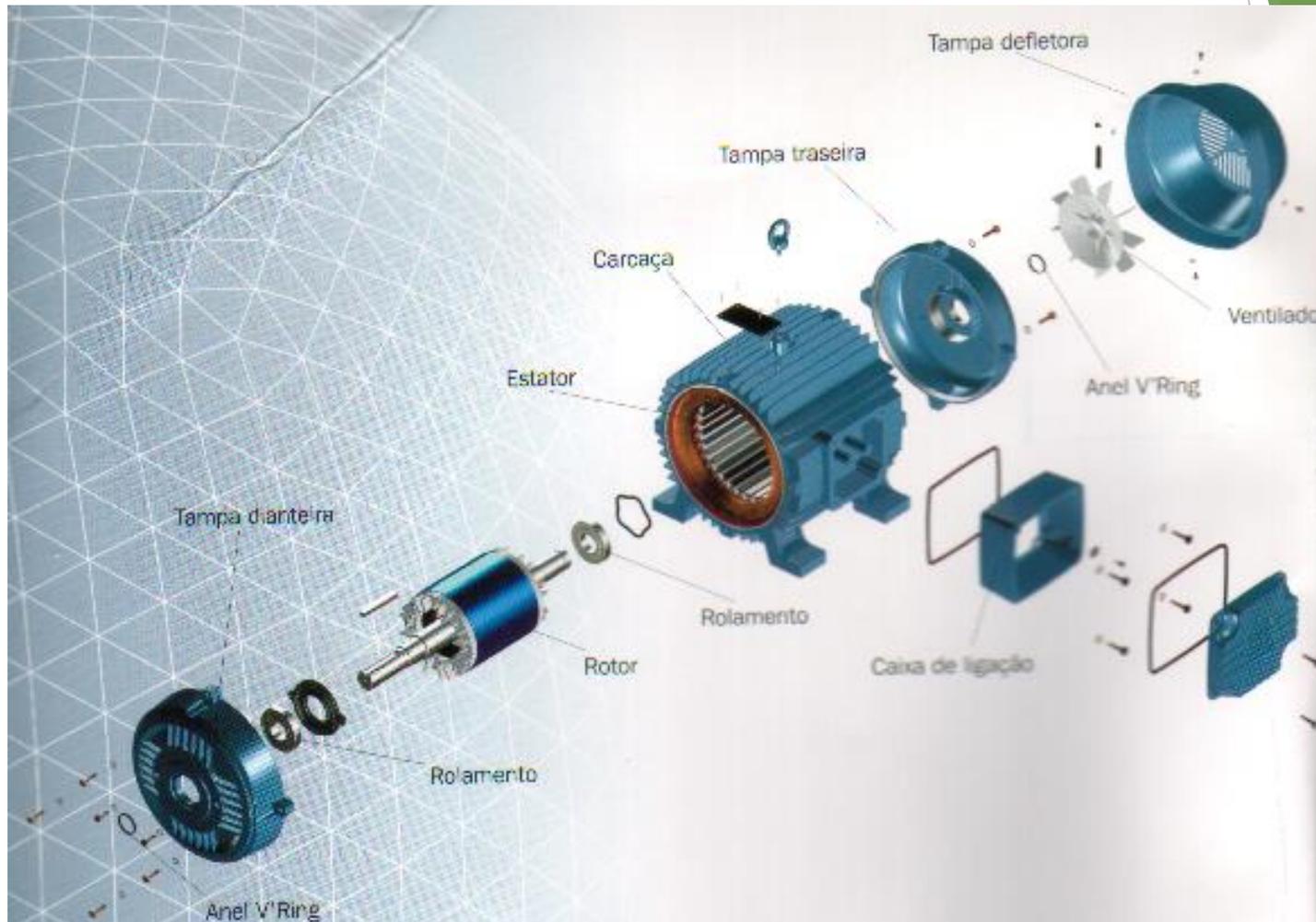
Eletrotécnico.

*Especialização em
Motores Elétricos.*

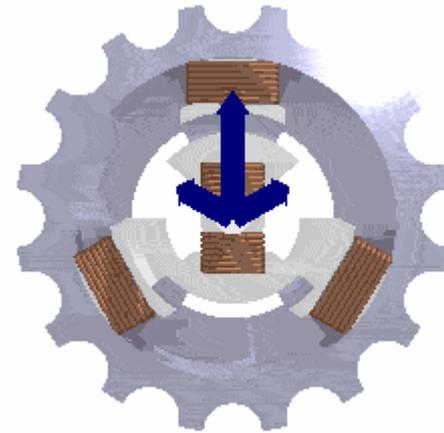
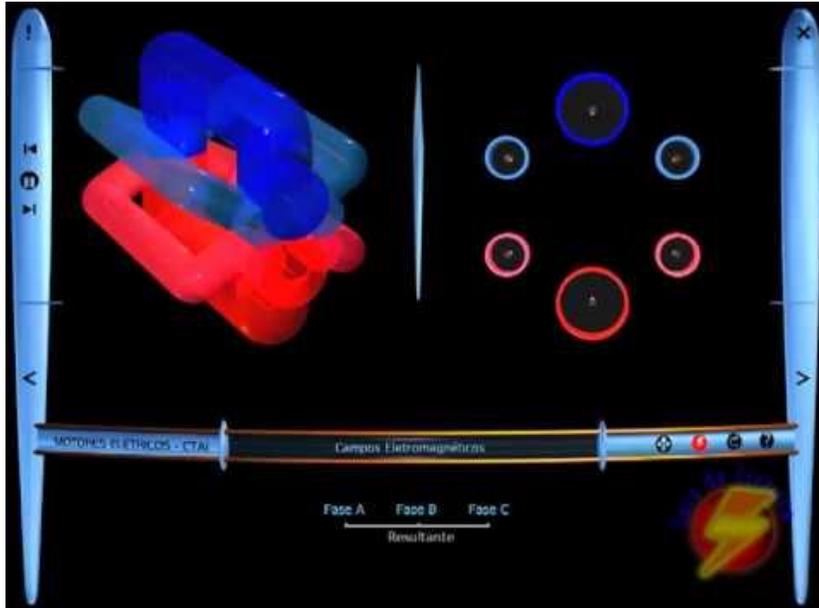
“Se queres progredir não deves repetir a história, mas fazer uma história nova. Para construir uma nova história é preciso trilhar novos caminhos.”

Mahatma Gandhi

1. Fundamentos Básicos dos Motores

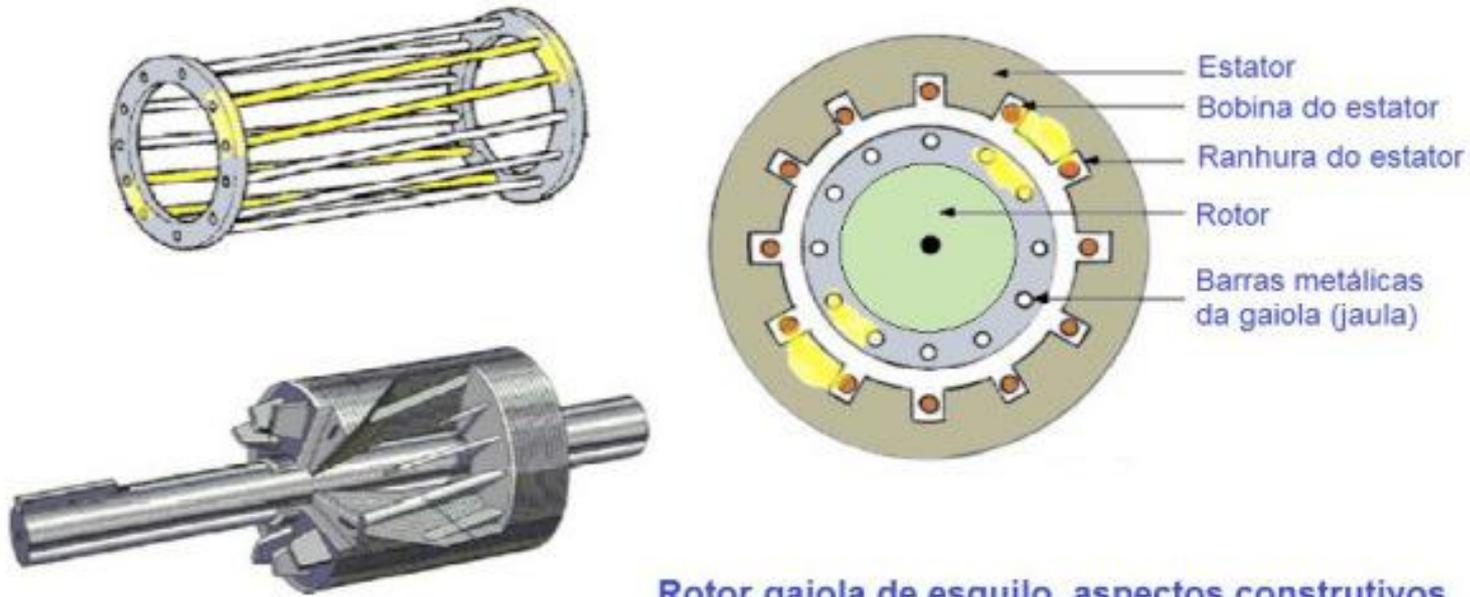


1.1 Princípio de Funcionamento do Motor de Indução Trifásico.



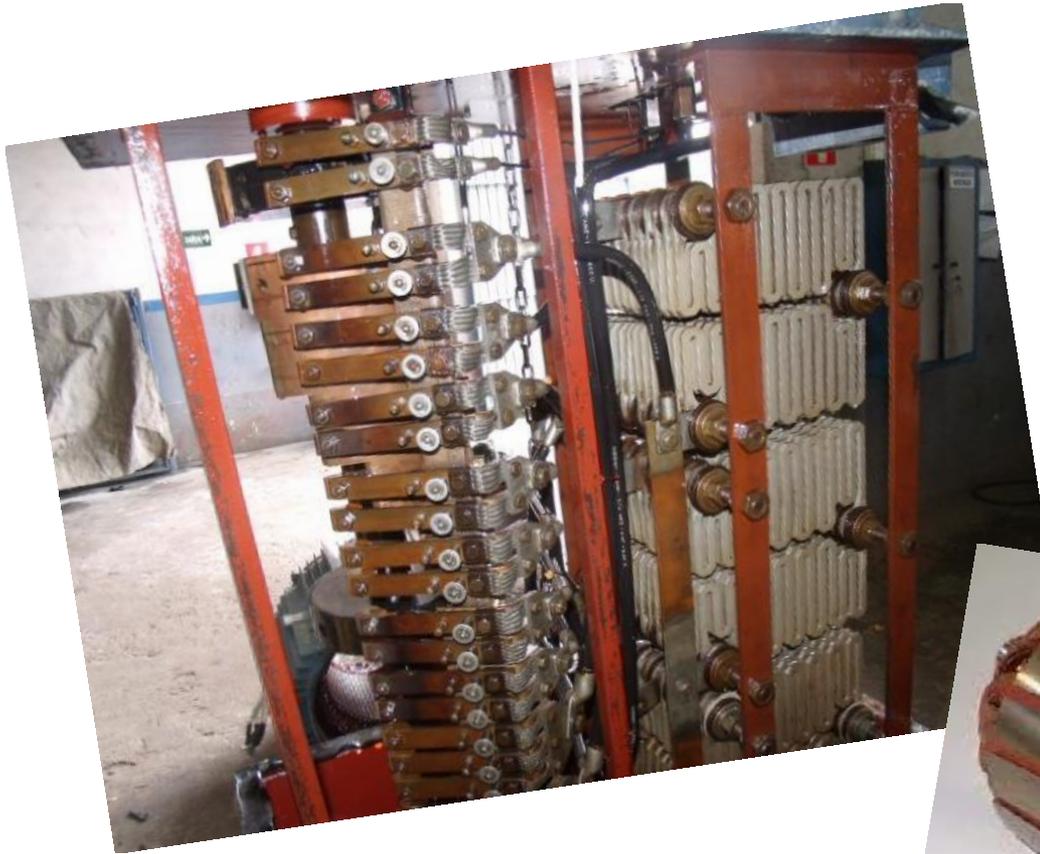
- **Campo Magnético Girante**

1.2 Rotor de Gaiola



Rotor gaiola de esquilo, aspectos construtivos

1.3 Rotor Bobinado



1.4 Velocidade: Síncrona e Assíncrona

Síncrona – Velocidade fixa, sem variar com a carga. Se aplicarmos carga acima da potência fornecida o motor sai de sincronismo e para. Trabalha com realimentação em CC no rotor. Barramento sub-dimensionado para partida.

Assíncrona – Velocidade constante mas que varia ligeiramente com a carga. Escorregamento. A maior parte das aplicações industriais.

Curto de espiras



Bobina curto-circuitada



Curto entre fases



Pico de tensão



Curto na conexão



Curto na saída da ranhura

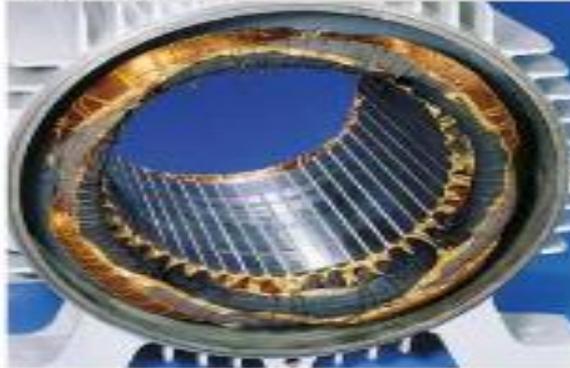


2. Principais Falhas em Motores Elétricos

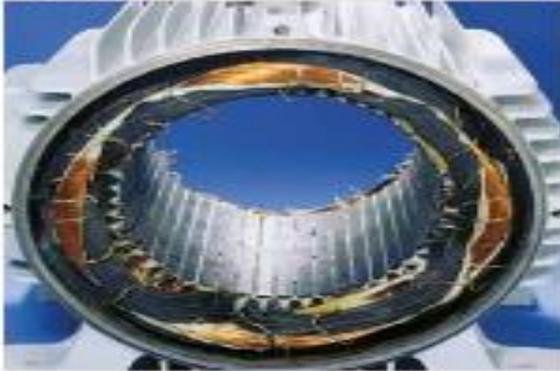
Curto interior da ranhura



Desbalanceamento de tensão



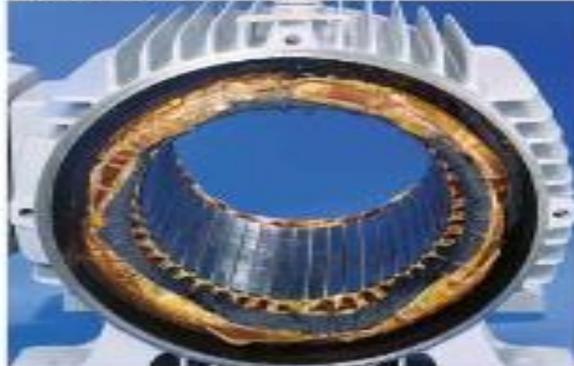
Falta de fase
ligação estrela



Sobreaquecimento



Falta de fase
ligação triângulo



Rotor travado



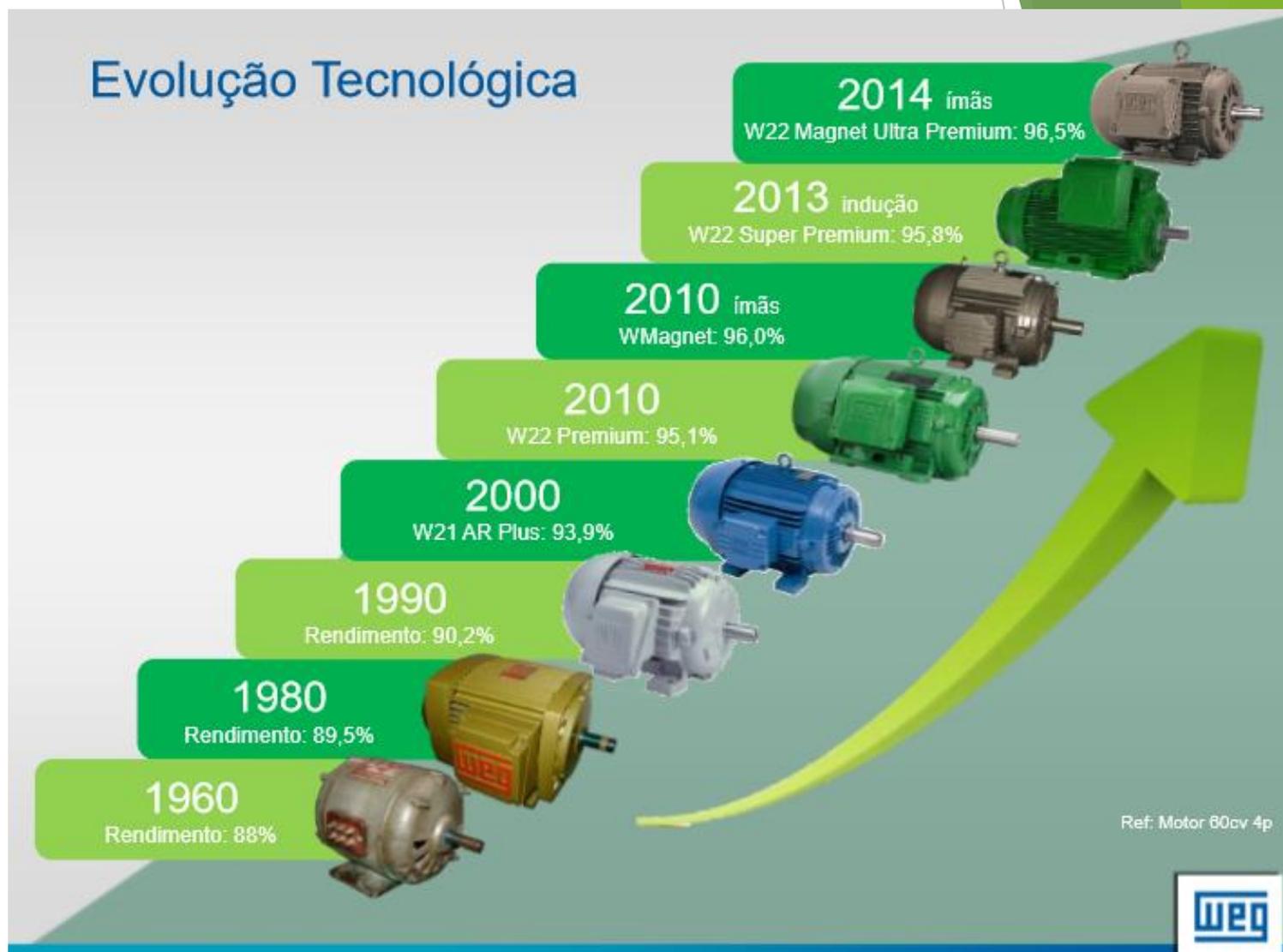
3. ISOLANTES

FIOS

- ✓ Algodão
- ✓ Papel
- ✓ Parafina
- ✓ Verniz

PAPÉIS

- ✓ Prespan
- ✓ Poliester
- ✓ Nomex
- ✓ Fiberglass
- ✓ MICA



3.1 Vida útil do Isolante



A isolação tem vida útil ilimitada se, sua temperatura for mantida dentro dos limites. Um aumento de 8 a 10C° na temperatura reduz a vida útil pela metade.

A vida útil do motor depende quase que exclusivamente da vida útil do ISOLANTE.

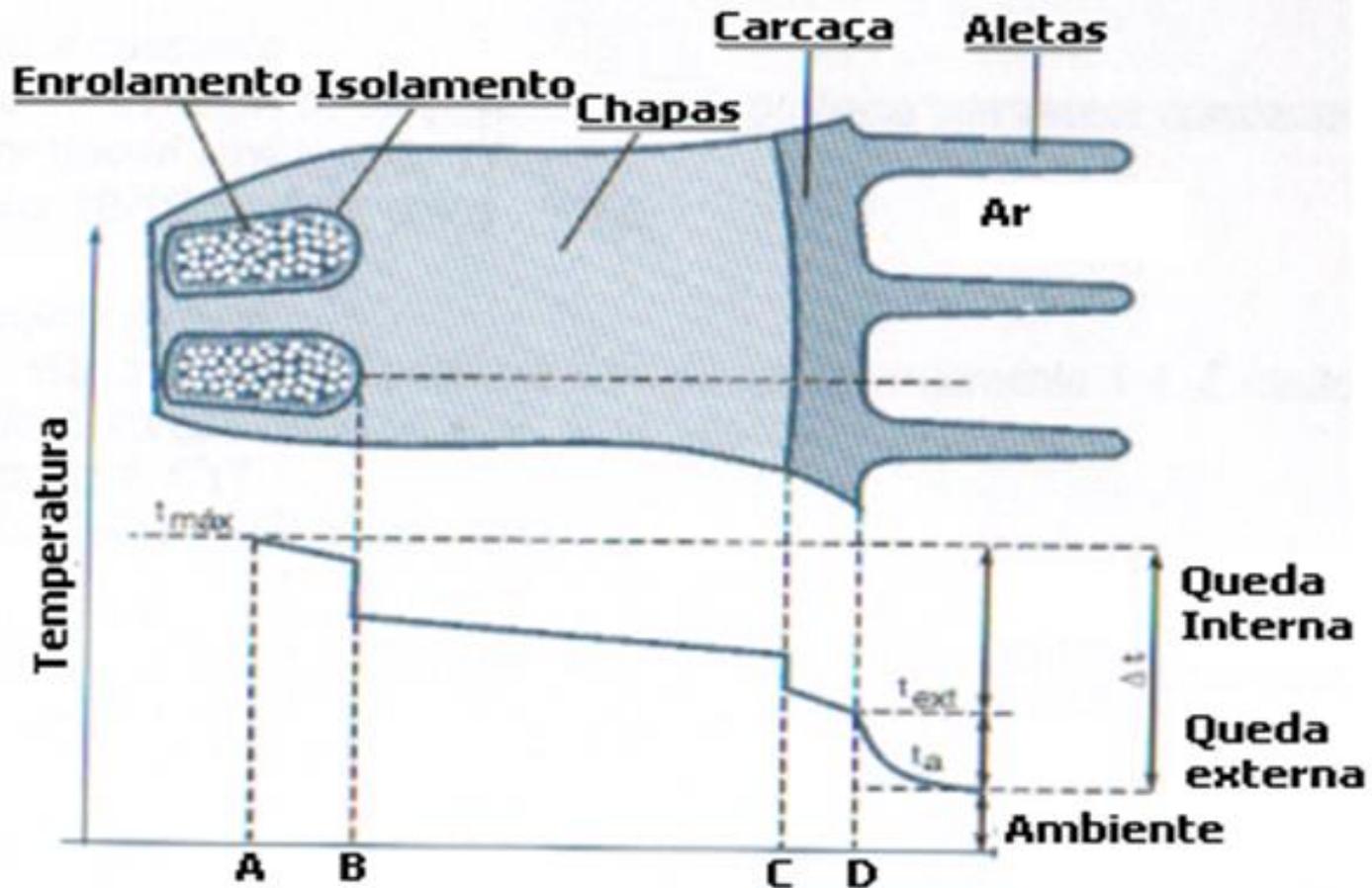


4. Causas da Deterioração de Isolantes

4.1 Elevação da Temperatura

O aquecimento é um agente que provoca uma reação química no material. Esta reação faz com que o material altere suas propriedades isolantes, que retornaram após a temperatura voltar ao normal.

Quando esta temperatura transpõe o limite do material isolante, parte desta reação provoca uma quebra nas ligações atômicas, de forma que ao retorno da temperatura suas propriedades ficam alteradas.



Classe de Isolamento	A	E	B	F	H
Temperatura ambiente	40	40	40	40	40
Δt = elevação de temperatura	60	75	80	105	125
Diferença entre ponto mais quente e temperatura média	5	5	10	10	15
Total temperatura ponto mais quente	105	120	130	155	180

4.2 Esforços Elétricos

- ✓ Corrente Elétrica
- ✓ Regime de Serviço
- ✓ Pico de Tensão
- ✓ Frequência
- ✓ Fator de Serviço (1.1)
- ✓ Desbalanceamento de Tensão
- ✓ Descargas Atmosféricas
- ✓ Surtos de Manobra de Banco de Capacitores

4.3 Esforços Ambientais

- ✓ Ambientes Agressivos: ácidos e maresias.
- ✓ Ambientes com poeira e fibra: acúmulo de poeira ou material.
- ✓ Ambientes perigosos: gases e vapores inflamáveis.
- ✓ Ventilação prejudicial: dutos.

4.4 Esforços Mecânicos

- ✓ Alinhamento
- ✓ Desbalanceamento
- ✓ Polias e Correias
- ✓ Vibração Refletida
- ✓ Lubrificação
- ✓ Travamento da Carga

4.5 Armazenagem fora de Operação

- ✓ Sobre estrado de madeira.
- ✓ Manter local ou temperatura acima do ambiente.
- ✓ Medir resistência do isolamento antes de energiza-lo.
- ✓ Ligar as resistências de aquecimento.
- ✓ Girar o eixo a cada 30 dias.
- ✓ Relubrificar antes da entrada em operação.
- ✓ Desmontagem e troca da graxa após 1 ano de armazenagem.

5. Ensaaios

5.1 Ensaio de Isolação – 1 minuto

Objetivo: verificar a possibilidade de se aplicar tensão nominal nos bobinados.

Execução: aplica-se uma tensão CC de 1.000V (?) através do megôhmetro. O motor deve estar fechado em sua ligação de trabalho e a leitura é feita com 1 minuto de ensaio conforme NBR 5383-1:2002.

Para que se considere aprovado a resistência do Isolante deve ser KV+1 onde (KV = tensão nominal da máquina).

5.2 Ensaio em Vazio:

Objetivo: Verificar a relação de corrente entre fases e seu desequilíbrio

Execução: Com o motor montado e desacoplado aplica-se uma tensão e frequência nominal. Verificar o desequilíbrio das correntes

Considera-se aprovado quando o desequilíbrio de corrente for menor que 10% para motores IV, VII e VIII pólos, ou menor que 20% para motores II pólos, conforme apostila de Manutenção WEG (Arquivo Técnico), item 6.3.

5.3 Ensaio Aberto:

Objetivo: Determinar se o campo girante do estator está correto e verificar a relação de corrente entre fases e seu desequilíbrio.

Execução: Aplica 50 volts no estator, colocar uma esfera ou uma gaiola de esquilo para teste do campo girante e medir as correntes de fase.

Considera-se aprovado quando o desequilíbrio de corrente for menor que 10% para motores IV, VII e VIII pólos, ou menor que 20% para motores II pólos, conforme apostila de Manutenção WEG (Arquivo Técnico), item 6.3.

5.4 Ensaio de IA e IP – 1 minuto e 10 minutos:

Objetivo: Verificar os índices de absorção e polarização dos bobinados

Execução: Aplica-se uma tensão CC de 1000 (?) volts através do megôhmetro. Estando o motor fechado em estrela ou triangulo e anote-se a leitura com o tempo de 30 segundos, 1 minuto e com tempo de 10 minutos conforme norma **NBR 5383-1: 2002.**

- ▶ **IA= Razão entre 1 minuto e 30 segundos.**
- ▶ **IP= Razão entre 10 minutos e 1 minuto.**

Índice de Absorção

Maior que 1,5

Índice de Polarização:

Ruim

< 1

Perigosa

de 1 a 1,5

Regular

de 1,5 a 2

Bom

de 2 a 3

Muito bom

de 3 a 4

Ótimo

> 4

5.5 Ensaio de resistência ôhmica do bobinado:

Objetivo: Verificar os valores de resistência para comparar com dados de fábrica, detectar espiras em curto, contatos e conexões em más condições.

Execução: Para o ensaio utiliza-se o microohmímetro (ponte Kelvin) faz-se a leitura individual de cada conjunto de bobinas. (fases). Conforme norma **NBR 5383-1: 2002** item 7 e instruções do manual de manutenção WEG **ASV 4-004**.

OBS: O desequilíbrio de resistências não pode ser superior a 3%

5.6 Ensaio de trincas em barramento de rotor:

Objetivo: Detectar trincas e barramentos rompidos na gaiola do rotor.

Execução: O ensaio é feito colocando o rotor imerso em campo magnético e utiliza-se uma lâmina de serra para detectar se a barra está em curto. A alta corrente que circula pela barra quando está em curta faz vibrar a lâmina, confirmando a condição perfeita da barra. Quando ela está aberta ou rompida a lâmina não vibra, visto não circular corrente pela barra aberta.

5.7 Ensaio de Vibração:

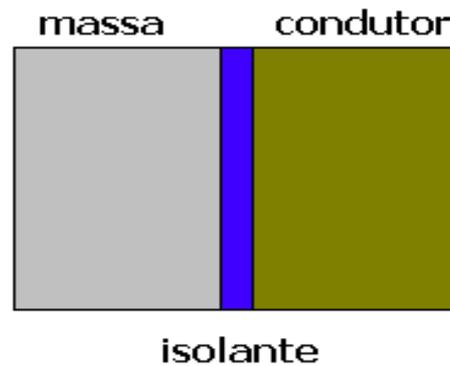
Objetivo: Determinar os níveis de vibração de motores/ equipamentos (nos ensaios de 50 CV e acima)

Execução: Estando o motor com rotação nominal mede-se posição LA (horizontal/ vertical), LN (horizontal/ vertical) e axial utilizando o medidor de vibração.

Usar como referência os valores da tabela 5.4 do Manual de Motores para Área de Risco ASV 4-004. Considerar na avaliação dos resultados medidos que por ser uma medição manual, poderá haver aplicação de diferente pressão do aparelho na massa em medição, podendo ocorrer até um desvio máximo de 40% dos valores.

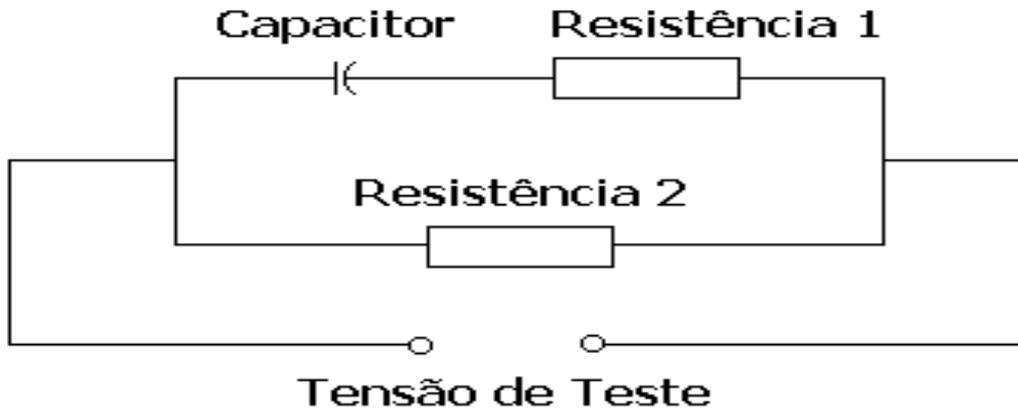
Casos os valores medidos estejam acima dos valores de referência, proceder o balanceamento das partes girantes conforme IT 7.5.1-24 Balanceamento.

Bloco de ensaio



O teste de resistência do isolamento é realizado a partir de uma tensão CC aplicada a dois condutores, separados pelo isolante em teste.

Comparativos

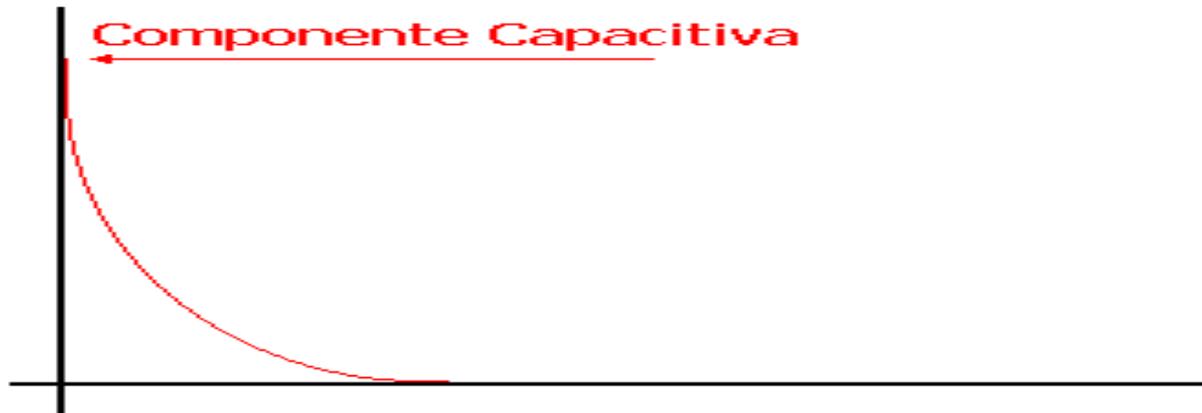


Circuito capacitivo.

Corrente de absorção – R1.

Corrente de fuga – R2.

Componente Capacitivo



Alto valor inicial
Curta duração – cai a zero.
Não afeta as medições.

Componente Absorção



**Decai numa relação decrescente.
Curta duração – primeiro minuto.**

Componente de fuga



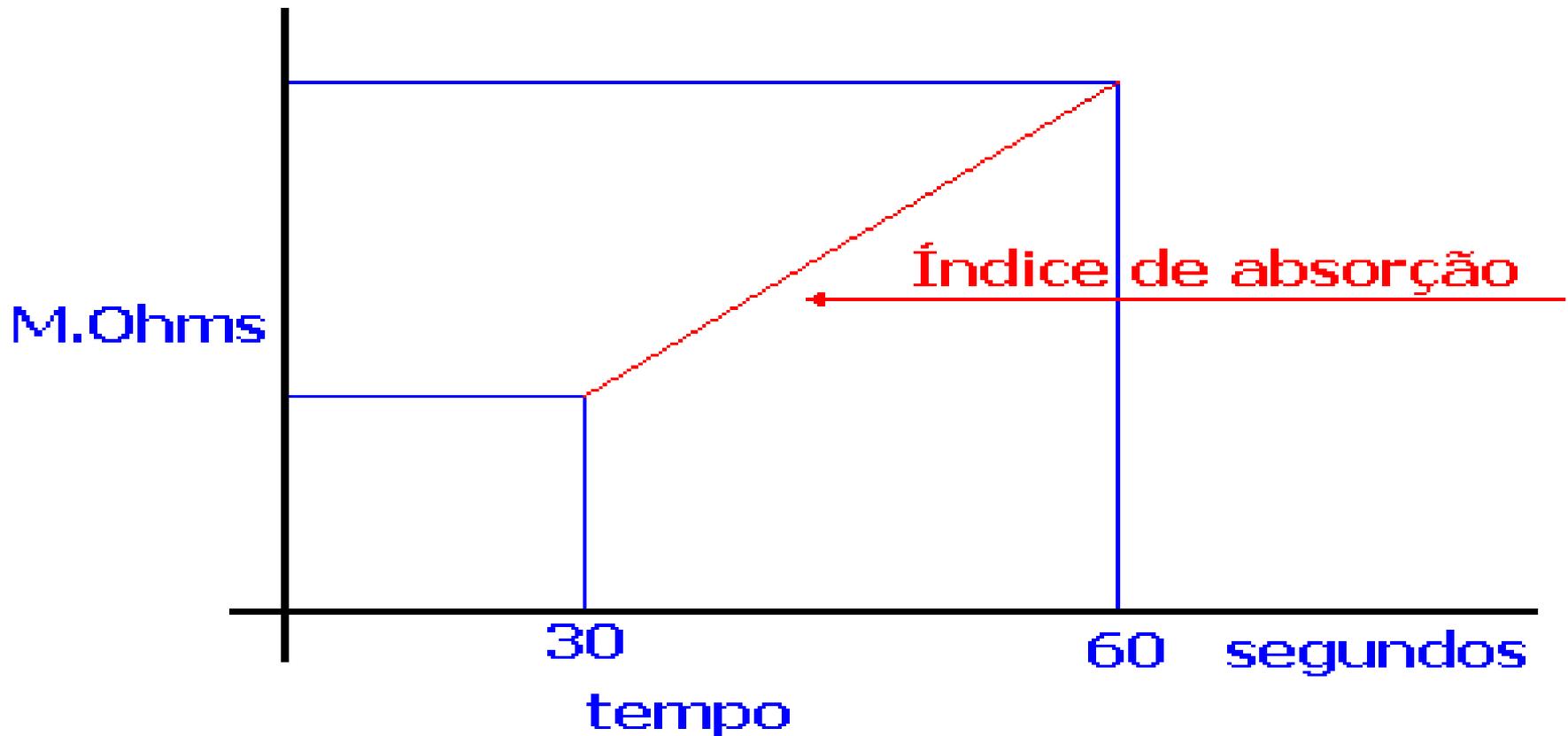
Aproximadamente constante.

Predomina após a corrente de absorção ser nula.

É a verdadeira resistência do isolamento.

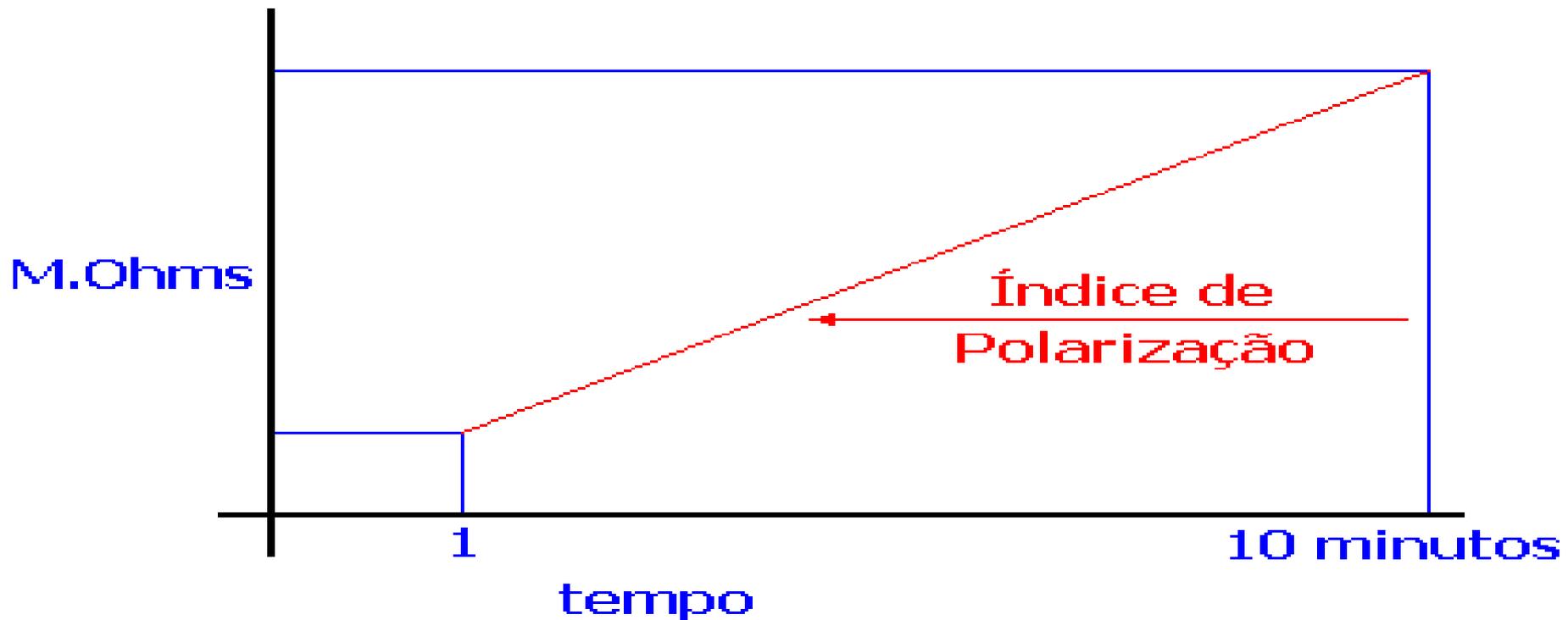
Índice de Absorção

$$\text{I.A.} = \frac{\text{Leitura 60 segundos}}{\text{Leitura 30 segundos}}$$



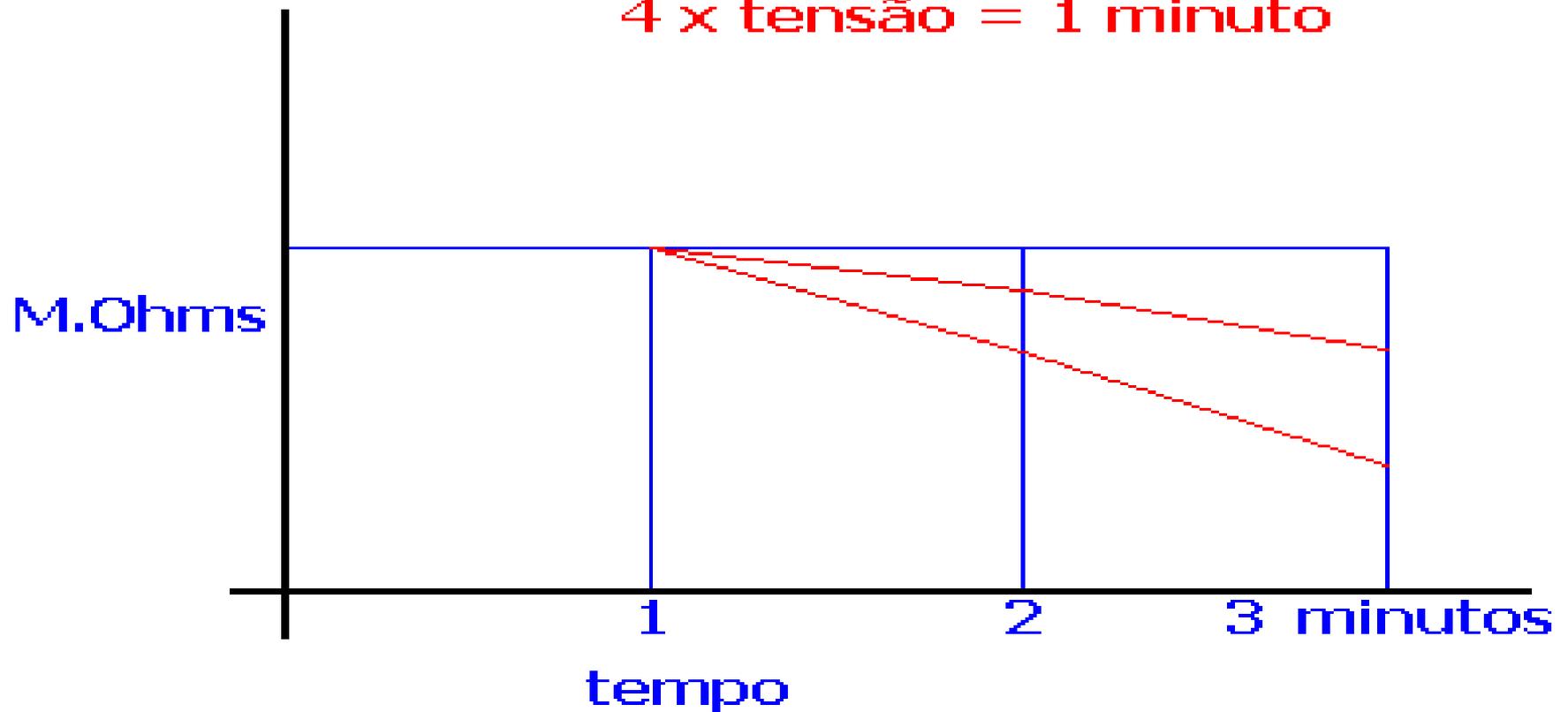
Índice de Polarização

$$\text{I.P.} = \frac{\text{Leitura 10 minutos}}{\text{Leitura 1 minuto}}$$



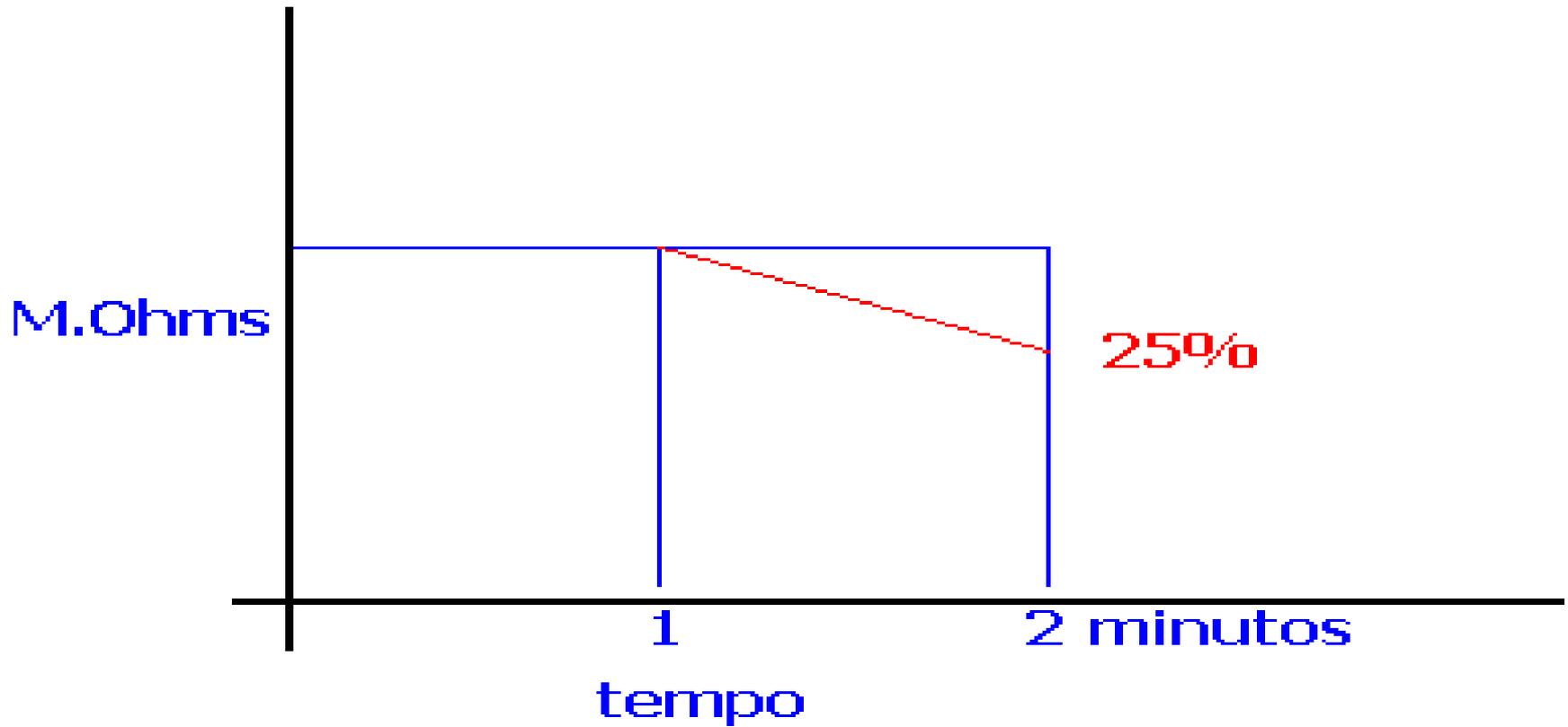
Degrau de Tensão

Tensão = 1 minuto
2 x tensão = 1 minuto
4 x tensão = 1 minuto

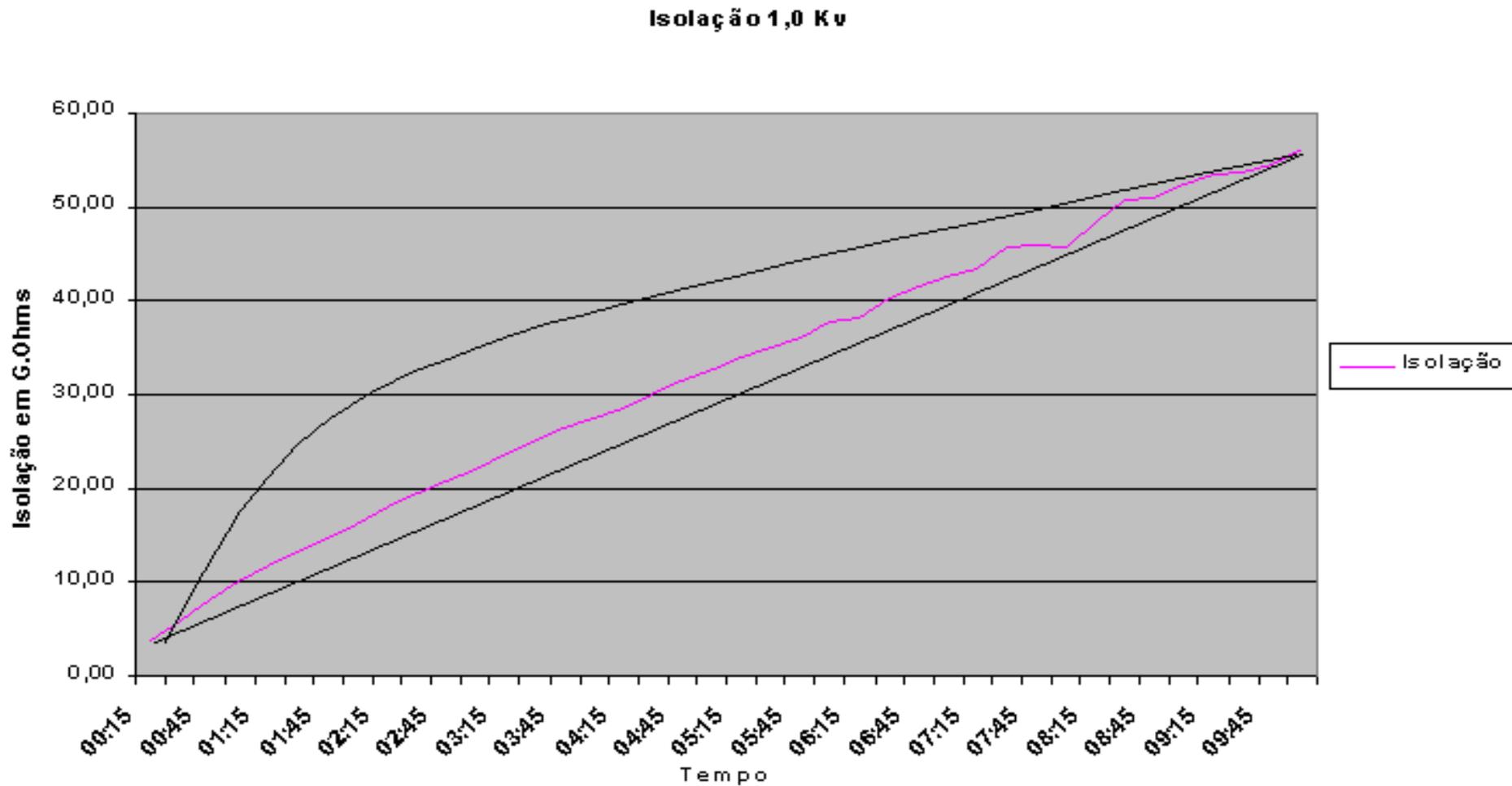


Multitensão

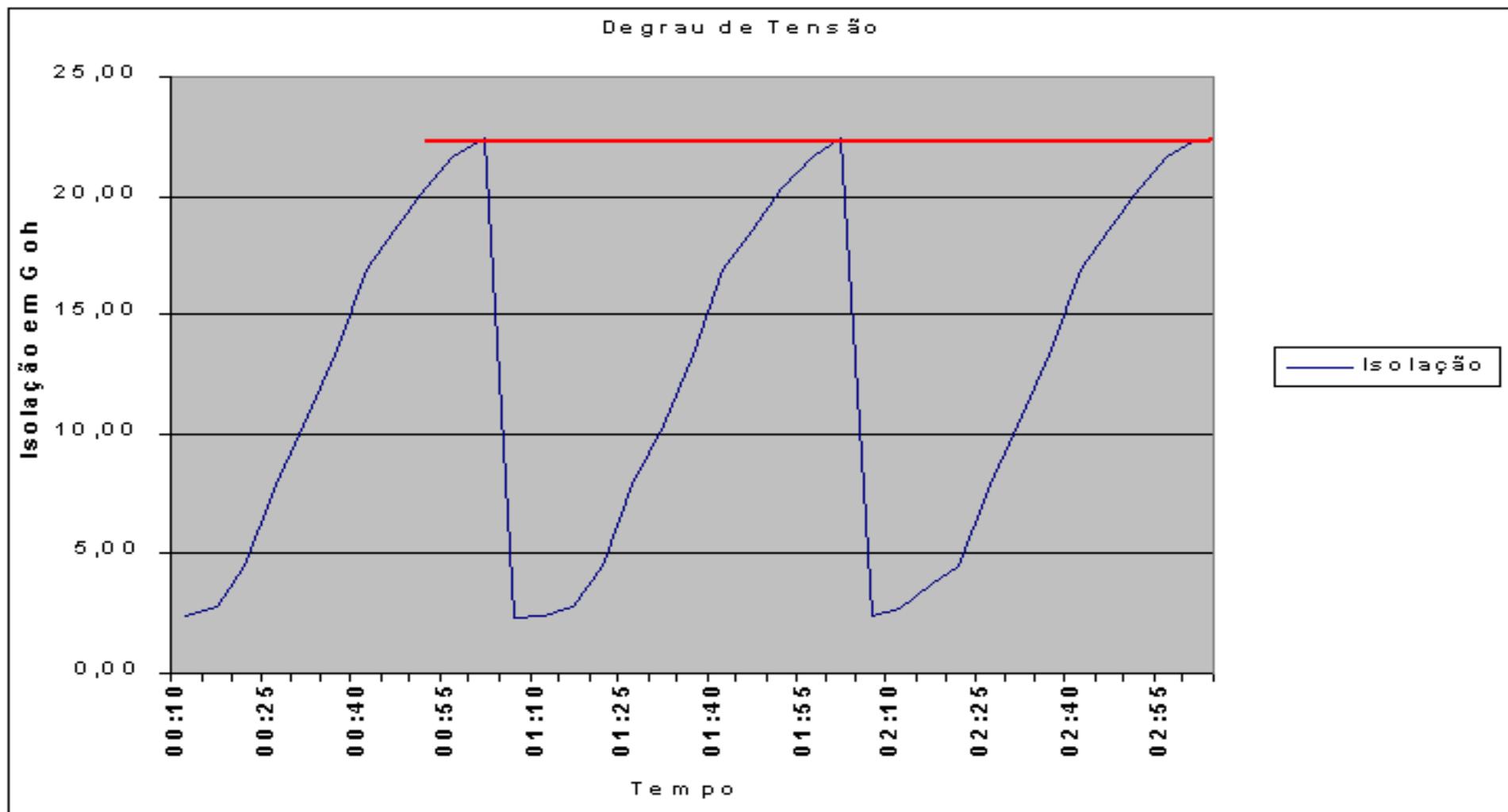
tensão = 1 minuto
5 x tensão = 1 minuto



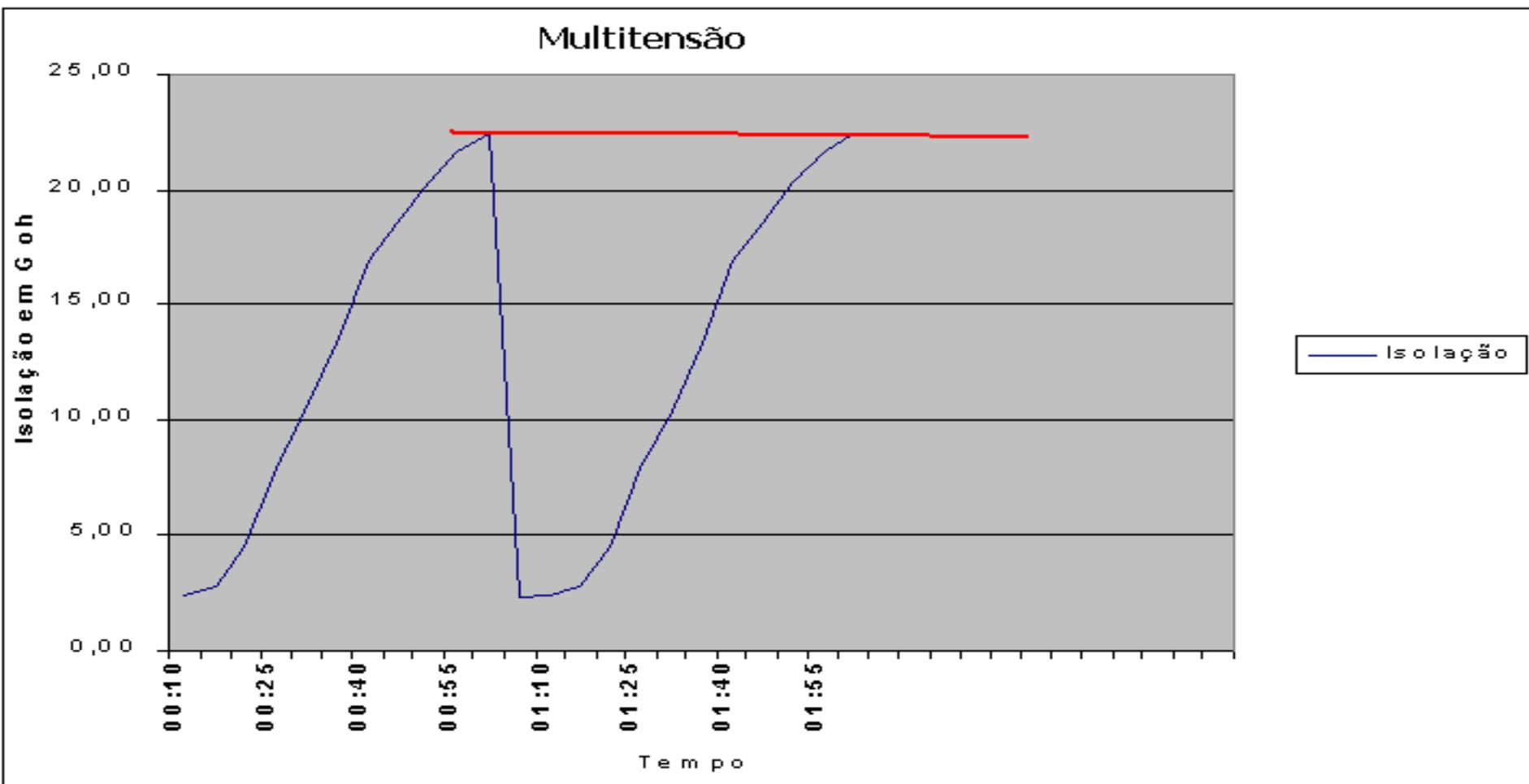
Curva de Teste de Isolação Ideal



Degrau - Curva Ideal



Multitensão Ideal



HIPOT

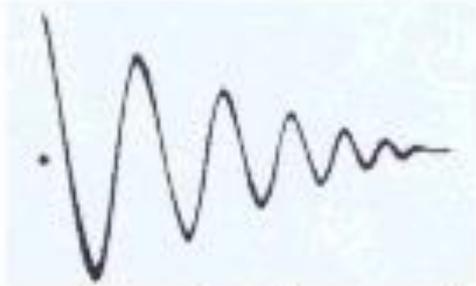
Ensaio destrutivo



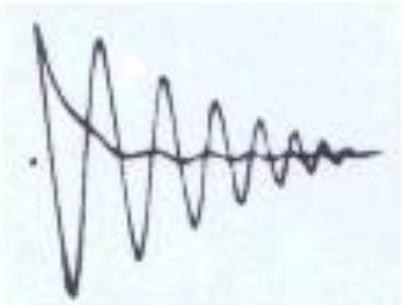
Hipot de Media/Alta Tensão Corrente Contínua ITHY 60KV 5mA

SURGE TESTE

Ensaio não destrutivo



As formas de onda dos enrolamentos
estarão sempre sobrepostas



Um curto-circuito em um enrolamento
alterará uma das formas de ondas

**Baixa Isolação ou
degradação
resulta em Curto
entre Espiras. Com
este diagnóstico é
possível antecipar
antes que ocorra
uma falha maior.**

6. Técnicas Preditivas

- ❑ Qualidade da Alimentação
- ❑ Condições do Isolamento
- ❑ Rotor & Estator
- ❑ Entre Ferro
- ❑ Vibração
- ❑ Aceleração
- ❑ Análise de Vibração
- ❑ Temperatura
- ❑ Consumo de escovas
- ❑ Curvas de Tendência

7. Exemplos Práticos

7.1 Bomba de Imersão



7.2 Motores da Torre de Resfriamento



8. Eficiência Energética



**ELIMINAR OS DESPERDÍCIOS
É A MELHOR POLÍTICA DE ENERGIA.**

Estima-se que anualmente 10% de toda energia gerada no Brasil seja desperdiçada (ABESCO). Energia suficiente para abastecer os estados do Rio de Janeiro e Ceará por um ano ou compensar o aumento da demanda nacional por dois anos.

O setor industrial brasileiro consome cerca de 40% da energia elétrica do país, e 2/3 dessa energia são utilizados em sistemas motrizes. A redução do consumo de energia pelo uso mais eficiente proporciona à indústria mais competitividade e produtividade, além de maior disponibilidade de energia e redução de impactos ambientais.

É mais barato investir em ações para redução do consumo do que na expansão da oferta de energia no país.

Dados do Motor Novo

W22 Premium			
Polaridade	Potência (kW) / Carcaça	Rendimento (%)	Custo aquisição (\$)
4	75 / 280S/M	95,5	6170,00

**Eficiência Energética
Cálculo de Retorno de
Investimento**

Motor existente / de menor rendimento

Estado do motor
Reposição de um motor em operação
Rendimento (%)
87

Informações Adicionais

Custo do kWh (\$)	Horas diárias de operação	Dias anuais de operação
0,150722	24	365

retorno de investimento

Análise do Retorno do Investimento

Economia (kWh/ano)	67.214,30	Economia (\$/ano)	\$ 10.130,67
Investimento Total (\$)	\$ 6.170,00	Tempo do Retorno do Investimento (anos)	0,61 ano(s)

Aumentando a Consciência para Eficiência Energética

Ainda não convencido a usar soluções mais eficientes?



O custo de aquisição comparado ao custo da energia em 1 ano é de	5,95 %
O custo de aquisição comparado ao custo da energia durante a vida útil (*) do motor é de	0,30 %
Em quanto tempo o motor consumirá em energia o custo da sua aquisição?	21,72 dias

(*) Vida útil estimada em 20 anos.

Ao usar soluções mais eficientes você também ajuda na conservação ambiental através da redução das emissões de CO2, conforme mostrado abaixo:

Redução de **33.876,01 CO2 (kg/ano)**

* O sistema automaticamente calcula a redução nas emissões de CO2 usando como referência o valor de 504kg de CO2 para cada 1.000 kWh consumido, conforme definido pela IEA - International Energy Agency.

Identificação de Motores

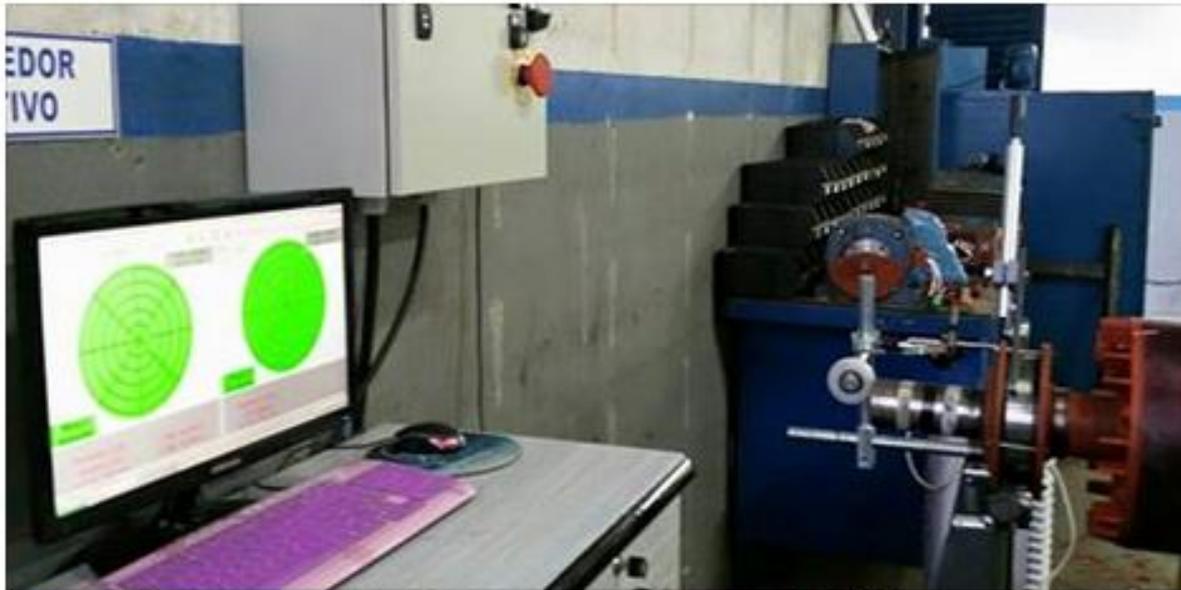
WEG acrescenta IR (Índice de Rendimento) no nome de motores elétricos



Conheça algumas linhas de motores WEG de alta eficiência como a [W22 IR3 Premium](#), [W22 IR4 Super Premium](#), e [W22 Magnet IR5 Ultra Premium](#).

9. A ASV

Balaceadora instalada e em operacao. Rotor de motor WEG, 200 CV.



Energia Solar

Inversor Monofásico SIW300



Eficiente

- Eficiência de até 96%
- Sem transformador

Simple

- Inversor trifásico *grid tie*
- Conexão de cabos *Plug & Play*

Características

- Configuração simples para o Brasil
- Comunicação *Bluetooth®*



... Obrigado!

José Miguel Varasquim

asv@asv.srv.br

Site: www.asv.srv.br

(13) 3854-2301