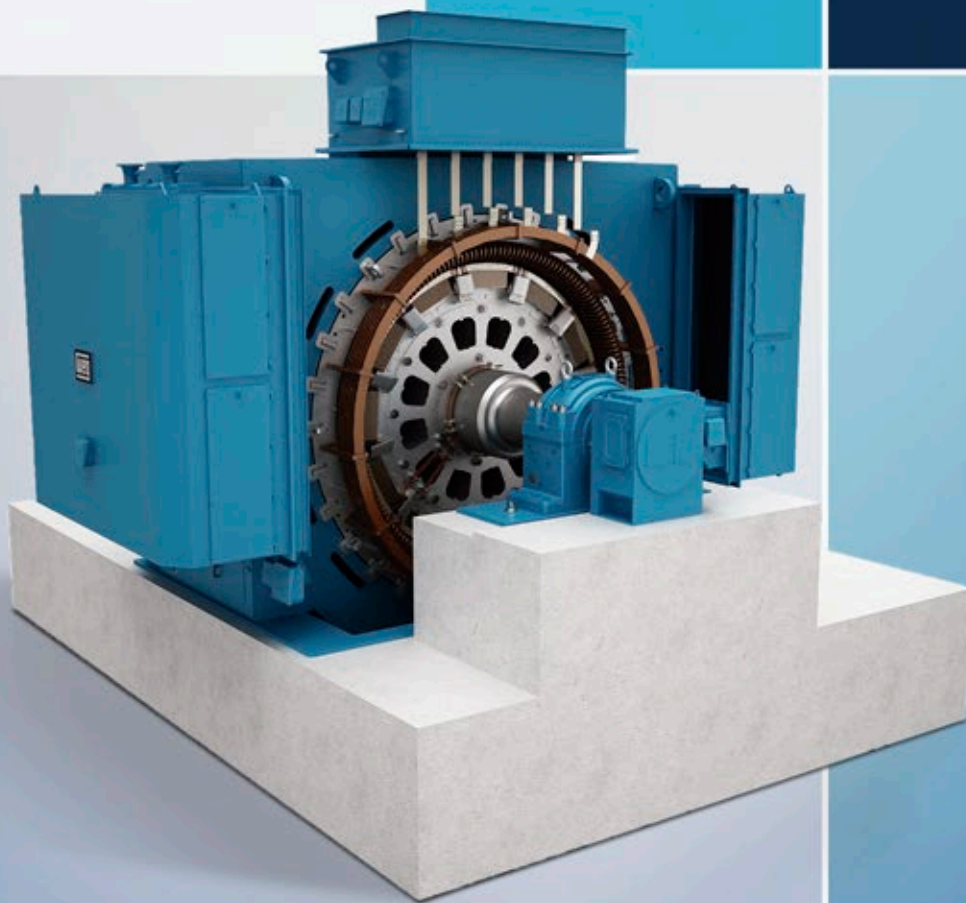


Motores Industriais  
Motores Comerciais &  
Appliance  
Automação  
Digital &  
Sistemas  
**Energia**  
Transmissão &  
Distribuição  
Tintas

# RM Guardian Sistema de Ensaio Especiais em Campo

Confiabilidade  
que vai **além**  
**do diagnóstico**



Driving efficiency and sustainability

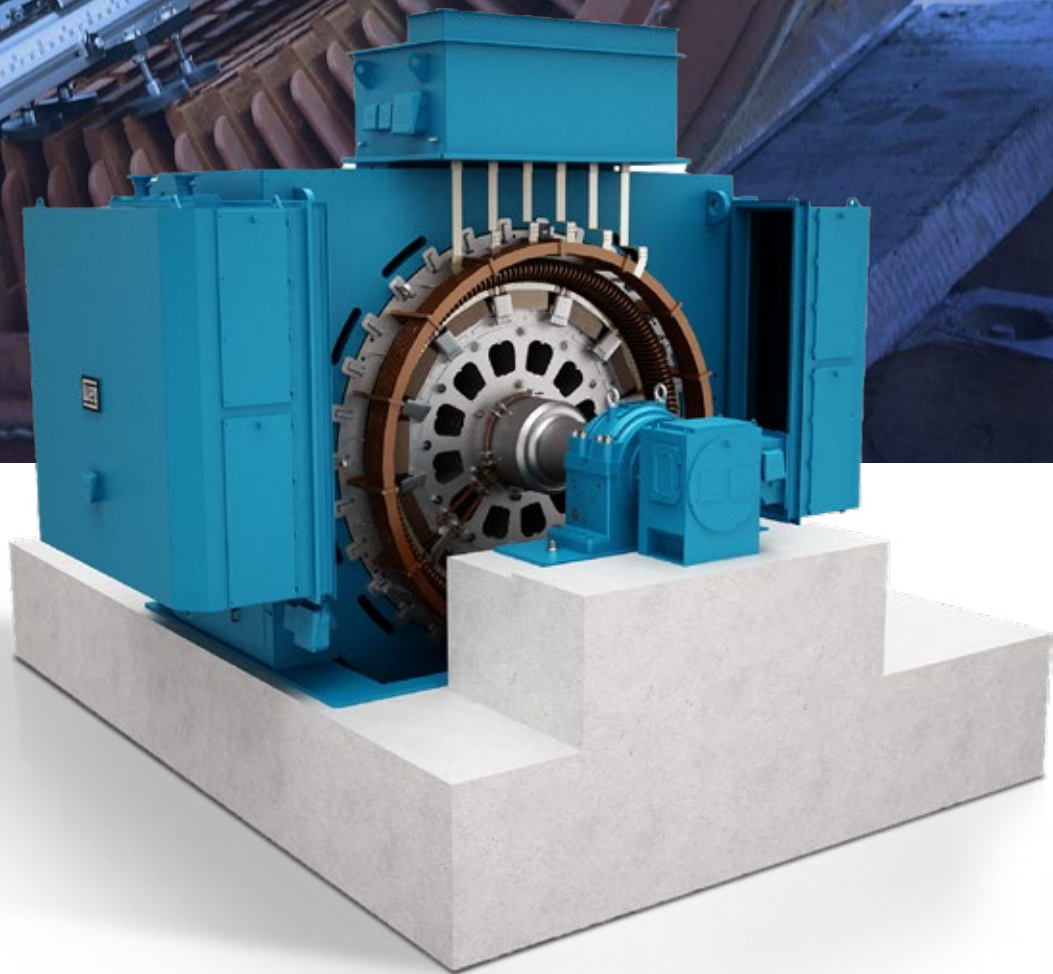
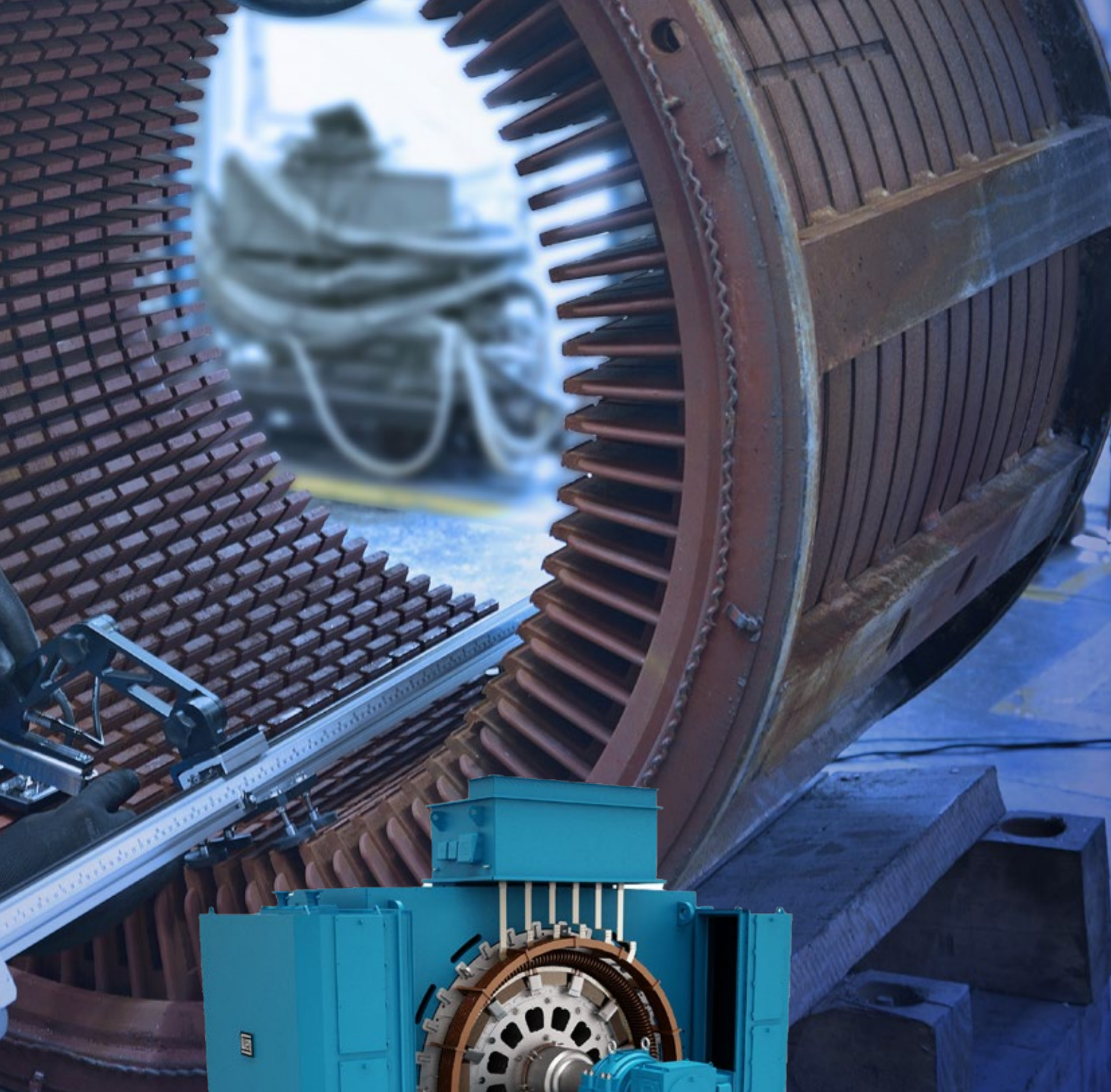




## Máquinas confiáveis produzem mais

Diversos fatores podem prejudicar a disponibilidade das máquinas rotativas! A degradação acelerada da isolamento, causada por estresses atípicos em serviço, pode resultar em anomalias, defeitos ou mesmo falhas, que obrigam paradas não programadas.

Pensando em garantir a disponibilidade e preservar a vida útil das máquinas, a WEG aplicou toda sua expertise de engenharia e fabricação para desenvolver o **RM Guardian - Sistema de Ensaios Especiais em Campo**, um eficaz e confiável conjunto de técnicas de ensaios, interpretação de resultados e conhecimento sobre o comportamento da isolamento ao longo da sua vida útil, essencial na prevenção de problemas e no planejamento da manutenção.



# Tecnologia a serviço da confiabilidade

O **RM Guardian** é um módulo de serviços que faz uso de um conjunto de equipamentos de qualidade e tecnologia mundialmente reconhecidas, para a realização de ensaios que permitam concluir acerca da condição da isolação em si, ou diagnosticar fatores que podem alterar os níveis de estresse normais sobre a isolação em serviço, acelerando a sua degradação. O RM Guardian oferece diversos recursos e possibilidades:



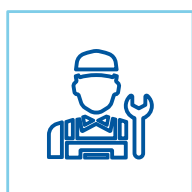
Diagnóstico da condição da isolação



Prognóstico de falhas e mapeamento de riscos



Investigação de fatores de degradação da isolação



Intervenções preventivas e corretivas



Suporte ao planejamento de manutenções



Treinamentos *in-company*





## Inteligência no diagnóstico, precisão nas recomendações

Desenvolvido para facilitar o diagnóstico da isolação das máquinas, o **RM Guardian** também foi pensado para simplificar o entendimento dos resultados e acelerar as tomadas de decisão. As recomendações são apresentadas de forma simples e intuitiva, mas sem deixar de lado a riqueza de detalhes que as máquinas elétricas rotativas exigem.

A infraestrutura disponível é modular. Ela foi cuidadosamente pensada para fácil movimentação e está preparada para realizar ensaios em frequência industrial (50 Hz ou 60 Hz), sem ficar restrita a tensões mais baixas ou máquinas de menor porte. Por isso, o **RM Guardian** é indicado para aplicação nos mais diferentes tipos de máquinas:

- Motores de indução
- Turbogeneradores
- Motores de anéis
- Hidrogeradores
- Motores síncronos
- Máquinas em corrente contínua

O **RM Guardian** foi desenvolvido com foco na detecção prematura de anomalias e tendências atípicas de envelhecimento da isolação. Tudo foi desenvolvido com base em premissas sólidas, fundamentadas no amplo conhecimento adquirido ao longo de décadas de fabricação e reparação de máquinas elétricas.

Os ensaios são realizados por um time treinado e qualificado. Os resultados obtidos são, a partir daí, avaliados e comparados à base de dados disponível, embasando conclusões acerca da existência de possíveis anomalias. São então geradas recomendações, para a adequada conservação da isolação, que podem variar em complexidade, dependendo do que é detectado em cada máquina avaliada.

# Estrutura completa, múltiplas possibilidades

Uma ampla gama de testes pode ser realizada, por padrão ou sob demanda. Os diversos testes são agrupados na forma de plano de trabalho, considerando as características das máquinas, tempo de serviço, histórico, etc. Testes especiais podem ser solicitados e debatidos, para que a viabilidade de realização possa ser avaliada.

Ensaios e testes	Estator randômico	Estator pré-formado	Estator com barras Roebel	Armadura CC	Rotor de polos lisos	Rotor de polos salientes	Rotor de anéis	Rotor de gaiola	Campo CC	Estator e rotor de excitatriz	Retificadores	Coletor de anéis	Comutador CC	TPs e TCs	RTDs	Resistências de aquecimento	Proteções de surto	Acoladores capacitivos
Resistência da isolação (RI)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Índice de absorção (IA ou DAR)		✓	✓															
Índice de polarização (IP)		✓	✓															
Descarga dielétrica (DD)		✓	✓				✓											
Perfil de polarização e despolarização (PDC ou DRA) <sup>1)</sup>		✓	✓															
Capacitância CC	✓	✓	✓				✓											
Constante de tempo de Carga e descarga (T <sub>RC</sub> )		✓	✓															
Tensão aplicada CC (Hi-pot DC)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DC Step Voltage Test (SV) <sup>2)</sup>		✓	✓															
Ramp Test (RT) <sup>3)</sup>		✓	✓															
Surge Test (EAR, AR, P-P)	✓	✓			✓	✓				✓								
Descargas parciais com tensão impulsiva (RPDIV / RPDEV)	✓	✓								✓								
Resistência ôhmica (μΩ)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓		
Indutância	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓								
Rotor Influence Check (RIC)								✓										
Resistência de contato					✓	✓	✓					✓						
Queda de tensão (Voltage Drop Test)					✓	✓												
Mapeamento de imperfeições do pacote magnético <sup>4)</sup>		✓	✓															
Impedância	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓								
Tensão aplicada CA (Hi-pot AC)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
AC Step Voltage Test <sup>5)</sup>		✓	✓															
Tangente Delta T(δ) <sup>6)</sup>		✓	✓															
Variação do T(δ) (Tip-up e Delta Tan Delta - ΔT(δ))		✓	✓															
Perfil do Tan Delta (histerese do Tan Delta, Tan Delta zero, etc.)		✓	✓															
Capacitância CA	✓	✓	✓															✓
Corona visual		✓	✓															
Conteúdo harmônico da corrente dielétrica		✓	✓															
Mapeamento ultrassônico de descargas superficiais e corona		✓	✓															
Varredura de descargas parciais por corona probe		✓	✓															
Descargas parciais off-line (magnitudes, PRPD, etc.)		✓	✓															✓
Descargas parciais on-line (magnitudes, PRPD, etc.)		✓	✓															
Termografia de contatos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Inspeção por boroscopia e inspeção visual	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Análise modal ou bump test		✓	✓															
Fluxo no entreferro (II e IV Polos) <sup>7)</sup>					✓	✓												
Tap Test (verificação de fixação das cunhas e capas)		✓	✓															

Notas: 1) Análise da resposta dielétrica (DRA) / Polarization depolarization current test.  
 2) Degraus de tensão cc / Linearidade da corrente de fuga cc / Perfil da corrente de fuga cc.  
 3) Rampa de tensão cc.  
 4) Ensaio de baixa energia do pacote magnético.  
 5) Linearidade da corrente de fuga ca / Perfil da corrente de fuga ca.  
 6) Perdas dielétricas / Fator de potência.  
 7) Air-gap flux probe test.



# Estator Principal

## Exemplos de anomalias que podem ser detectadas no Estator Principal

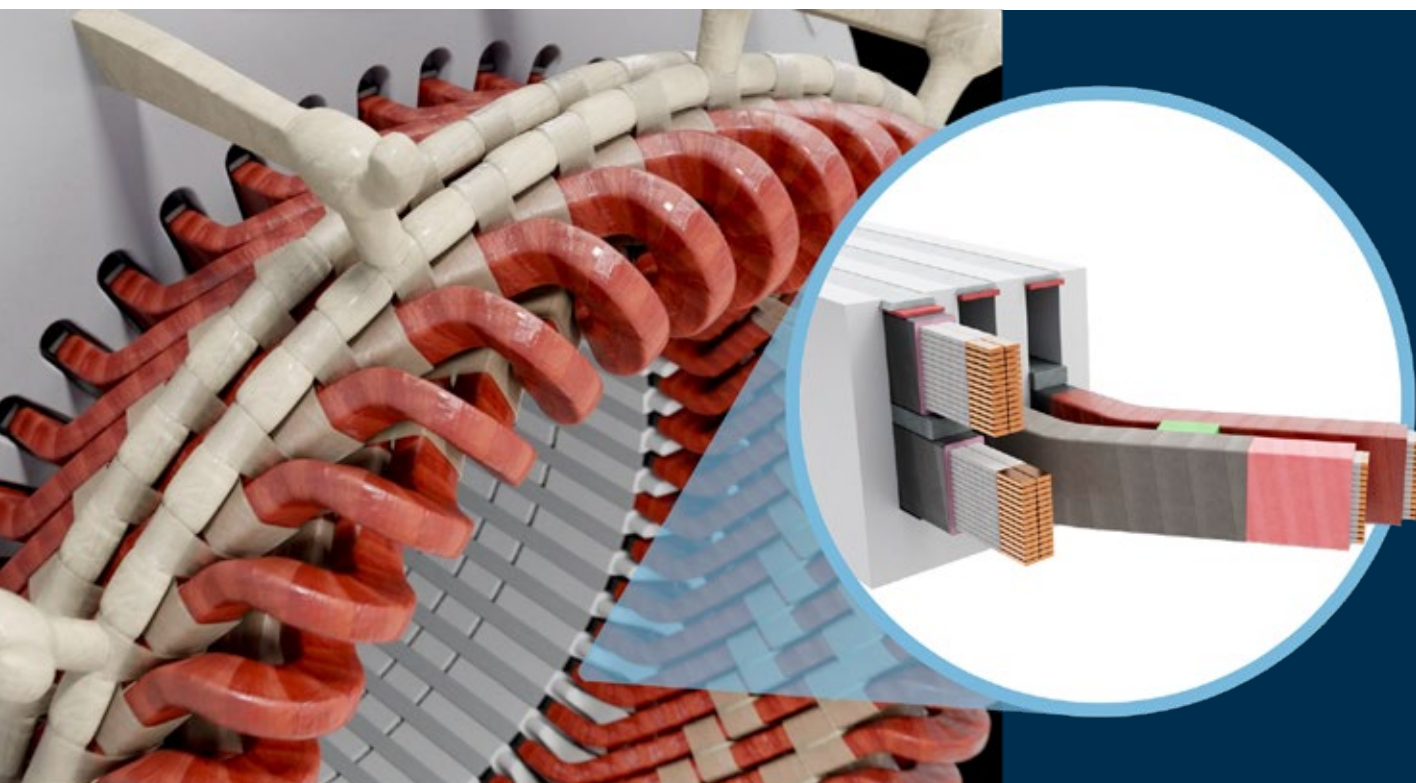
Os enrolamentos estatóricos, utilizados em motores e geradores de alta tensão, estão sujeitos a esforços inerentes à sua finalidade eletromagnética. O campo magnético, principalmente em condições de transição abrupta da corrente, exerce um enorme esforço sobre as bobinas. Por sua vez, o campo elétrico pode atuar como um acelerador da degradação do sistema de isolamento. Diversos são os fatores e mecanismos de envelhecimento, que podem ser detectados pelo **RM Guardian**. Abaixo são apresentados alguns exemplos:

### Ranhura

- Descargas parciais
- Abrasão devida à vibração da bobina
- Afrouxamento ou desprendimento de cunhas de ranhura
- Bloqueio dos canais de ventilação
- Presença de excesso de água na isolamento
- Degradação da proteção de corona ou danos superficiais diversos
- Envelhecimento térmico ou elétrico
- Migração da isolamento – *Girth crack*

### Cabeças de bobinas

- Contaminação (*tracking*) por agentes ambientais ou óleo
- Danos às amarrações ou aos calços separadores
- Danos por expansão térmica ou forças eletromagnéticas
- Degradação da proteção de corona



Exemplo típico de isolamento para estator de alta tensão.



# Núcleo magnético

## Exemplos de anomalias que podem ser detectadas no núcleo magnético

O núcleo, ou pacote, é um componente essencial na concepção do circuito magnético. Geralmente laminado, para evitar perdas elevadas, ele apresenta diversas características construtivas que devem ser mantidas ao longo da operação da máquina rotativa. Desvios no núcleo podem acelerar o aparecimento de danos, que muitas vezes são irreparáveis, como:

- Fusão por ponto quente entre lâminas
- Quebra ou perda de chapas na região dos “dentes”
- Falha estrutural no sistema de prensagem do núcleo
- Sobreaquecimento local ou generalizado por danos mecânicos ou ruptura da isolamento entre chapas
- Quebra ou deslocamento do perfil do canal de ventilação
- Contaminação por sujeiras, óleo ou material externo, principalmente nos canais radiais de ventilação



# Rotor principal

## Exemplos de anomalias que podem ser detectadas no rotor principal

Os rotores apresentam várias concepções e diversas formas construtivas, dentre as quais duas se destacam como principais: Rotores de gaiola (alumínio injetado ou barras de cobre ou latão); Rotores bobinados, utilizados em geradores, motores de anéis e motores síncronos.

Os rotores bobinados têm, tipicamente, duas principais formas construtivas: rotores de polos lisos (ou rotores cilíndricos). Os rotores de polos lisos têm suas espiras instaladas em um núcleo magnético ranhurado, enquanto os rotores de polos salientes possuem suas espiras aplicadas em torno de cada um dos polos.

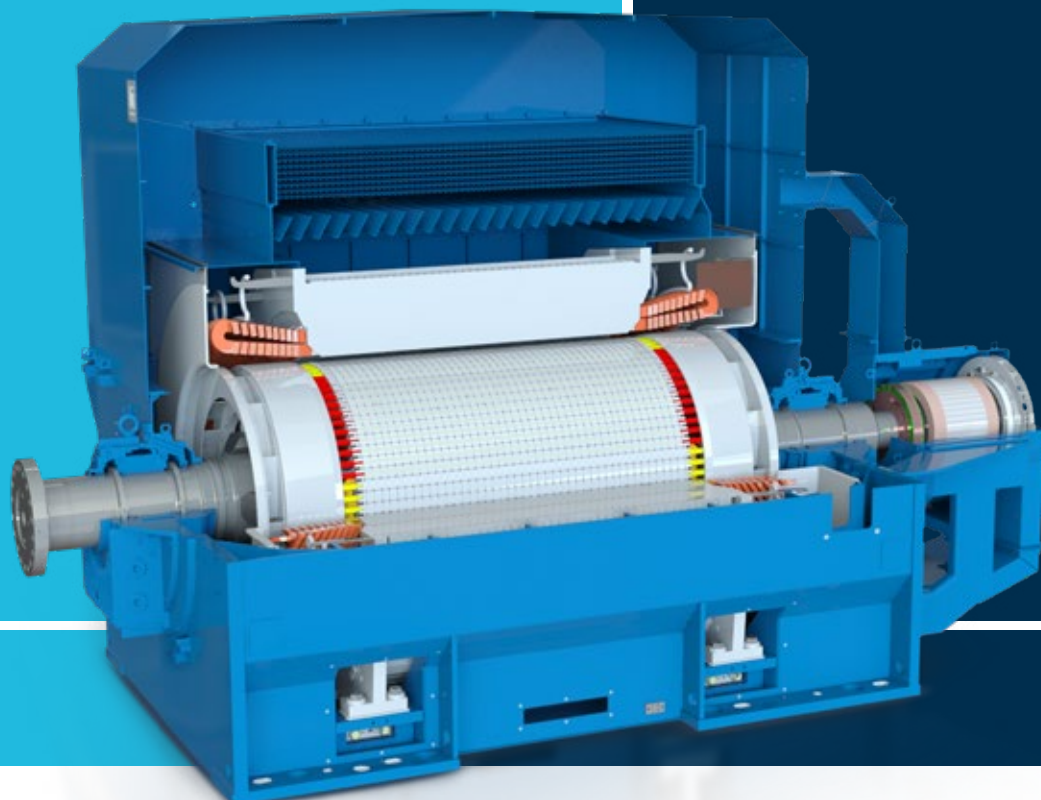
As anomalias dos rotores bobinados são semelhantes, porém cada forma construtiva apresenta suas particularidades.

### Polos lisos

- Danos nas cabeças de bobinas devidos à movimentação axial e forças radiais
- Contaminação da isolação por óleo, sujeira, ou partículas metálicas
- Obstrução dos canais de ventilação
- Sobreaquecimento, dano mecânico ou oxidação dos componentes do rotor
- Desprendimento de pesos de balanceamento
- Deslocamento axial ou trincas de cunhas
- Movimentação dos anéis de retenção

### Polos salientes

- Sobreaquecimento, danos mecânicos e afrouxamento das conexões entre polos
- Desalinhamento das espiras ao longo do núcleo do polo
- Danos à isolação entre espiras
- Contaminação superficial dos polos por óleo ou agentes externos relacionados ao ambiente
- Desprendimento ou afrouxamento dos blocos de sustentação entre polos
- Desprendimento de pesos de balanceamento





# Sistema de excitação

## Exemplos de anomalias que podem ser detectadas no conjunto de excitação

O conjunto de excitação, também conhecido como sistema de excitação “Brushless”, é composto por uma excitatriz e um retificador. O conjunto também pode receber um complemento, composto por uma excitatriz auxiliar, para alimentação do regulador de tensão. Todo o sistema de excitação funciona em baixa tensão e, apesar de toda a tecnologia empregada na fabricação, pode estar sujeito a estresse demasiado em serviço. Alguns sintomas típicos de anomalias no conjunto de excitação podem ser os seguintes:

### Excitatriz principal – estator

- Sobreaquecimento e contaminação dos enrolamentos
- Curto entre os condutores do enrolamento
- Quebra ou afrouxamento das amarrações ou calços de sustentação

### Rotor

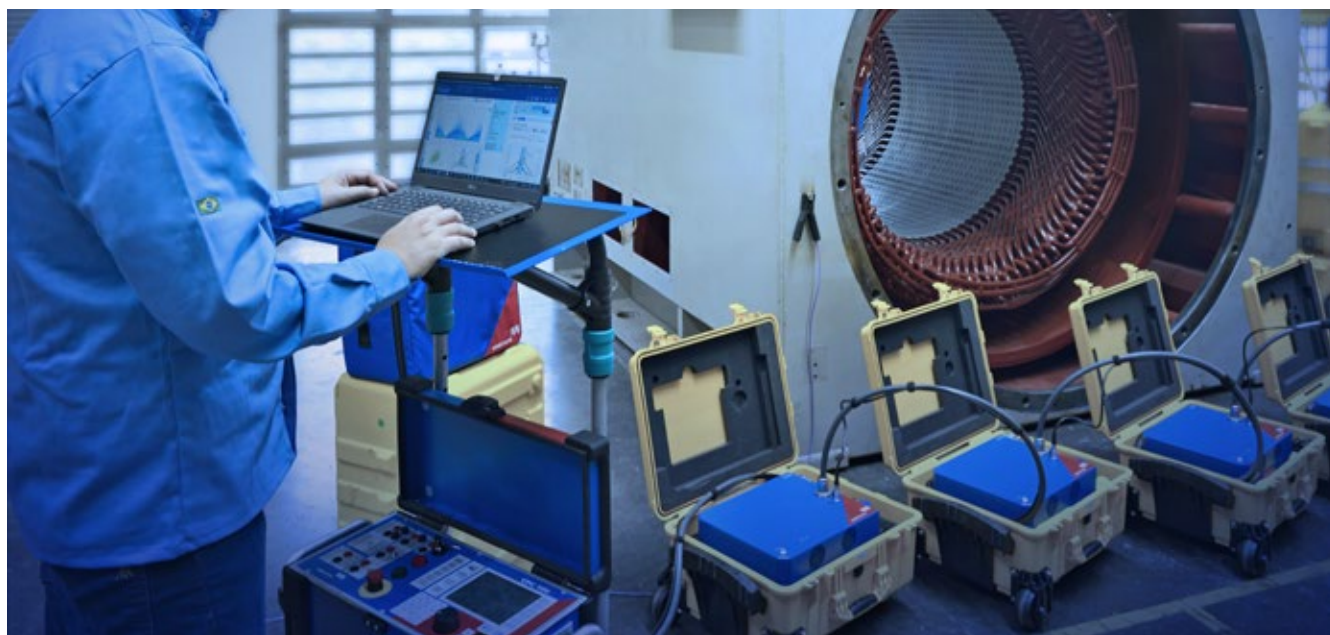
- Sobreaquecimento e contaminação dos enrolamentos
- Curto entre os condutores dos enrolamentos
- Quebra ou afrouxamento das amarrações ou calços de sustentação
- Quebra da conexão do rotor com o retificador (“roda de diodos”)

### Retificador (roda de diodos)

- Diodos danificados
- Varistores danificados
- Ponte retificadora com baixa isolamento ou em curto com o anel de suporte
- Afrouxamento dos calços de sustentação dos diodos/rotor

### Excitatriz auxiliar (PMG)

- Sobreaquecimento e contaminação dos enrolamentos
- Curto entre os condutores do enrolamento
- Quebra ou afrouxamento dos ímãs permanentes



## Exemplos de anomalias que podem ser detectadas nos acessórios

As máquinas elétricas rotativas fazem uso de diversos acessórios, principalmente para proteção e monitoramento. Destacam-se os Transformadores de Potencial (TPs), Transformadores de Corrente (TCs), capacitores de surto, para-raios, acopladores para descargas parciais, resistências de aquecimento, sensores de temperatura (Pt-100), sensores de vazamento de água e fluxostatos. Entre as falhas mais comuns, destacam-se:

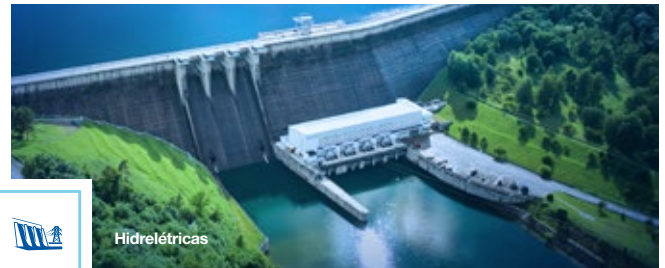
- Sensor de temperatura danificado
- TP ou TC com baixa isolamento
- Capacitor de surto com baixa isolamento
- Ruptura do enrolamento do TP ou TC
- Resistência de aquecimento queimada

# Precisão em todos os diagnósticos, eficiência em diversas aplicações

O **RM Guardian** é mais uma solução desenvolvida pela equipe de especialistas da WEG que, combinado a boas práticas, pode assegurar a detecção prematura de anomalias e a identificação do envelhecimento atípico do sistema de isolamento, viabilizando intervenções pontuais e facilitando a manutenção preditiva dos equipamentos.

Versátil, confiável e eficiente, o **RM Guardian** é recomendado para os mais diversos segmentos.

## Principais segmentos atendidos







O escopo de soluções do Grupo WEG não se limita aos produtos e soluções apresentados nesse catálogo.


**Para conhecer nosso portfólio, consulte-nos.**

**Conheça as operações mundiais da WEG**




**[www.weg.net](http://www.weg.net)**



 +55 16 2105.2600

 [tgm-cliente@weg.net](mailto:tgm-cliente@weg.net)

 São Bernardo do Campo - SP - Brasil