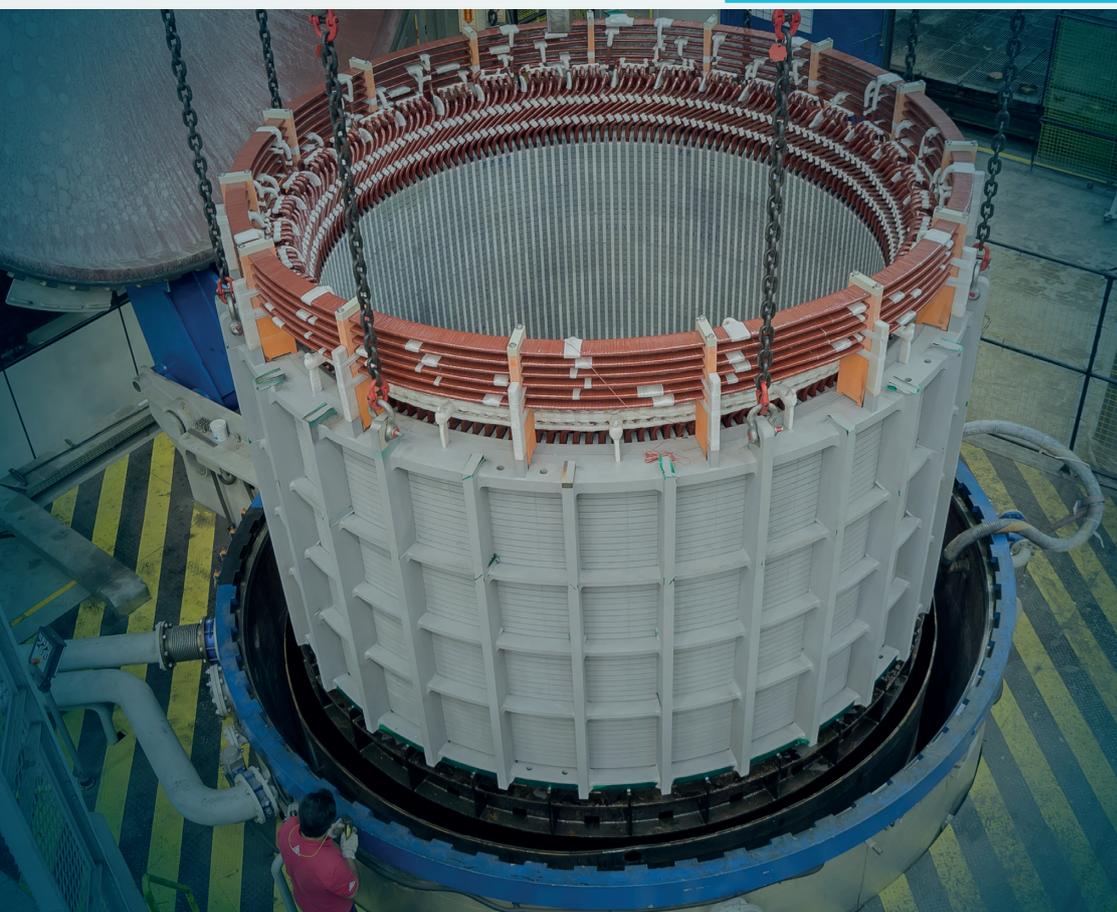


SISTEMA DE ISOLAÇÃO MICATHERM

Confiabilidade para
as **mais diversas**
aplicações

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



Driving efficiency and sustainability

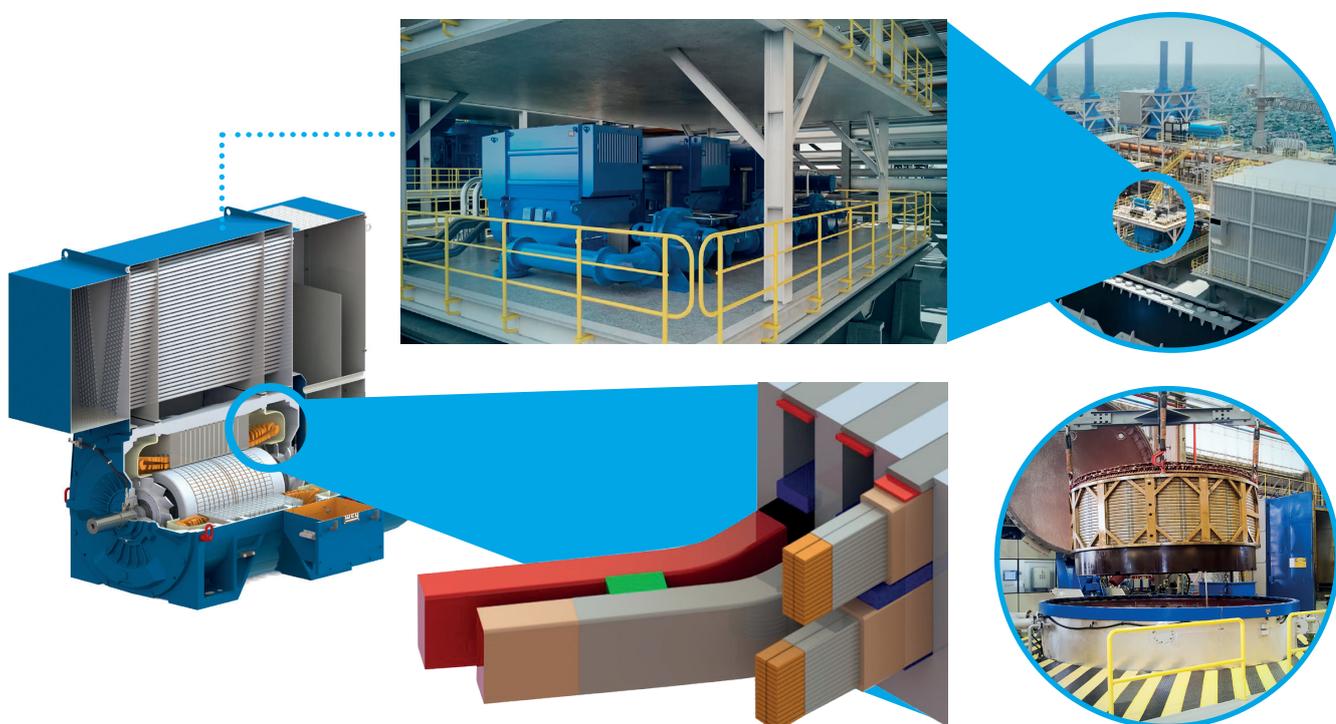


Sistema de Isolação WEG para Máquinas Elétricas Rotativas de Média Tensão - Micatherm

Máquinas elétricas rotativas devem assegurar o fornecimento da energia, mecânica ou elétrica, requerida pelas diversas atividades existentes. Indústrias de base, intermediárias ou de bens de consumo, de alguma forma são dependentes da operação destas máquinas.

O sistema de isolamento é parte vital de uma máquina elétrica rotativa! A sua durabilidade é fator primordial, com influência direta sobre a vida útil da máquina e, por consequência, sobre a robustez e confiabilidade dos processos.

A WEG estuda, define e continuamente aprimora o seu sistema de isolamento, denominado Micatherm, em concordância com a demanda diversificada do mercado e reconhecidas normas técnicas, mantendo fortemente o foco na garantia da disponibilidade das máquinas produzidas e na flexibilidade de personalização e adequação às mais variadas exigências do mercado mundial.



O sistema Micatherm é uma combinação de materiais e práticas industriais mundialmente reconhecidas. É uma solução confiável, provada em serviço ao longo de quase três décadas de aplicação em milhares de máquinas produzidas, que operam com sucesso ao redor do mundo.

Do usual sistema F (155 °C), utilizado em áreas seguras e mesmo em atmosferas explosivas, ao exigente sistema H (180 °C), utilizado, por exemplo, no restrito mercado de energia nuclear, o sistema Micatherm e suas variantes garantem a confiabilidade e segurança necessárias às mais adversas condições.



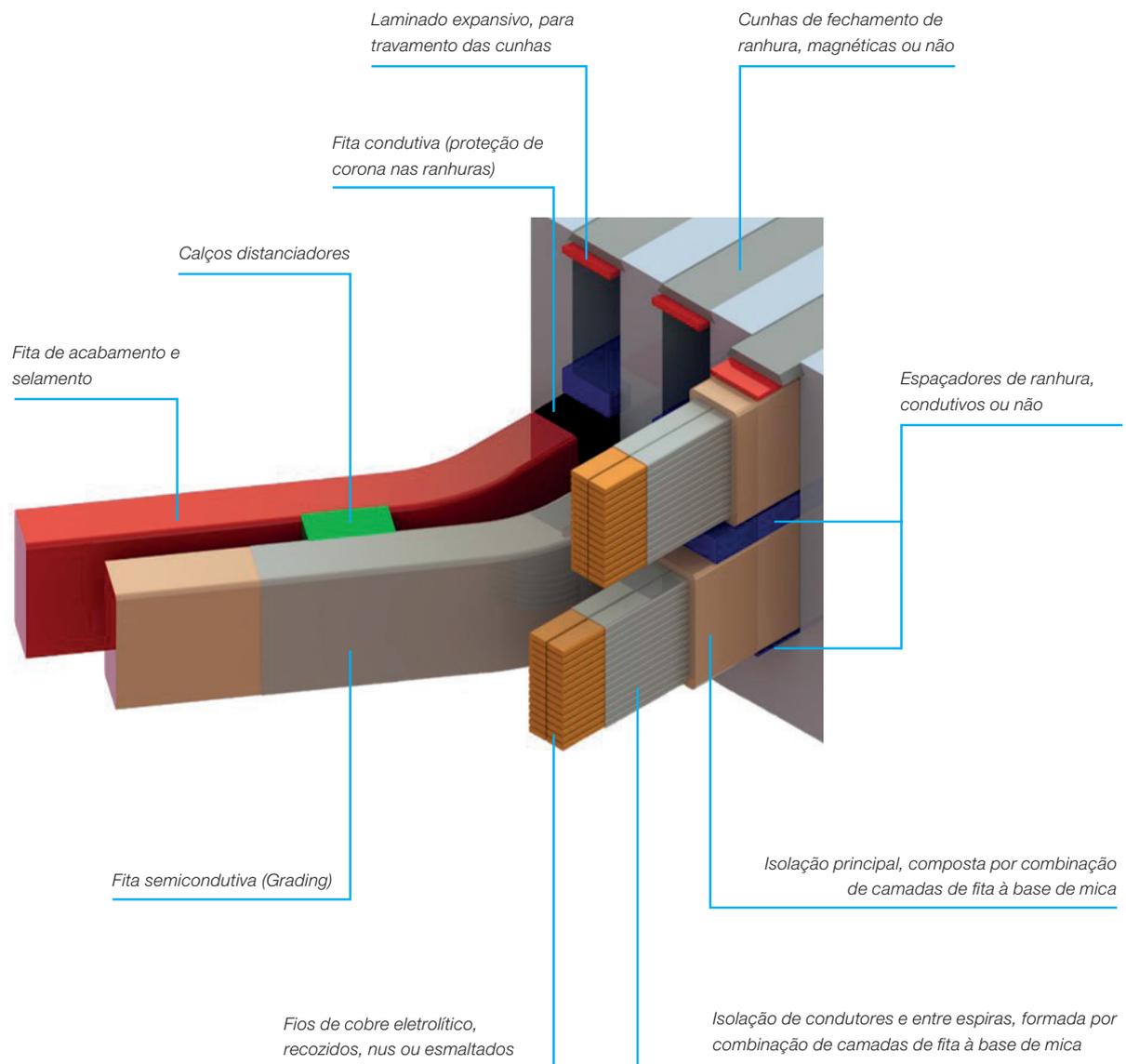
Descrição do Sistema de Isolação

Um sistema de isolação é uma combinação de materiais rígidos ou flexíveis que, juntamente com as devidas proteções de corona e a resina da impregnação, construído sob parâmetros de projeto, processo e controle, formam uma solução dielétrica adequada à expectativa de vida da máquina.

O sistema Micatherm é ofertado ao mercado em duas versões, definidas em função da classe térmica pretendida: F (155 °C) ou H (180 °C). Materiais distintos são usados em cada uma das versões.

Milhares de máquinas, cuja classe de tensão pode variar de 380 V a 15.000 V, operam com sucesso desde 1993, quando este sistema foi introduzido pela WEG. Desde então, melhorias e ensaios são realizados constantemente, para assegurar a durabilidade da isolação e, por consequência, a disponibilidade da máquina para serviço.

A figura abaixo ilustra uma das possíveis configurações do Sistema Micatherm.



Impregnação

No sistema Micatherm, a WEG utiliza o processo de impregnação GVPI (*Global Vacuum and Pressure Impregnation*), no qual os estatores, rotores bobinados e outros componentes, com o enrolamento devidamente concluído, são colocados inteiramente em uma autoclave. Assegura-se, desta forma, significativa homogeneidade, repetibilidade e, por consequência, confiabilidade e robustez do produto.

A impregnação, de forma simplificada, consiste da eliminação do ar existente em meio à isolação, bem como da umidade residual, seguindo-se para o preenchimento dos espaços vazios com resina específica. É possível, em adição, que se assegure adequada fixação das bobinas nas ranhuras, bem como as propriedades elétricas e mecânicas necessárias para operação confiável.

A resina utilizada já foi substancialmente testada e comprovada, sob as mais diversas e severas condições. Trata-se de um sistema epóxi termofixo, de baixa viscosidade e alta estabilidade que, combinado com os diversos materiais, componentes do sistema de isolação, assegura uma solução técnica adequada às diversas aplicações. Especialidades podem ser discutidas.



Sistema para impregnação sob vácuo e pressão



Impregnação de um estator de 80 toneladas em Global VPI, classe 15 kV

Destaques e Diferenciais

Proteções de Corona

A proteção de corona tem papel fundamental na durabilidade de um sistema de isolação. Quando determinadas magnitudes de campo elétrico são ultrapassadas é inevitável que ocorram descargas parciais em pontos específicos, bem como ionização do ar adjacente à superfície da isolação, mesmo em pontos distantes das ranhuras. Por este motivo (principalmente, mas não somente), a proteção de corona é aplicada. Trata-se de combinação de materiais, cujas propriedades elétricas não se assemelham às de materiais isolantes.

Enrolamento Selado

Ambientes demasiadamente úmidos, onde pode ocorrer condensação sobre o enrolamento, exigem cuidados especiais, para que as características dielétricas sejam asseguradas ao longo da vida da máquina. A mesma solução pode ser aplicada a outros ambientes críticos. O enrolamento, depois de impregnado e curado, mediante solicitação prévia, pode ser submetido ao *Spray Test*, descrito, dentre outras, na norma NEMA MG 1, parte 20.18. Trata-se de uma combinação de reforços e cuidados, que levam ao resultado necessário.

Inversor de Frequência

Muitos dos inversores de frequência comerciais exigem reforços de isolação. A WEG desenvolveu, ao longo dos anos, seus próprios critérios de isolação, para operação em conjunto com os diversos inversores disponíveis no mercado. É importante que se avalie cada caso, em função das características do inversor de frequência, para definição precisa da isolação requerida. Equipamentos para ensaios de vida foram desenvolvidos internamente, por meio dos quais é possível simular os esforços adicionais em serviço, causados por topologias específicas de inversores.

Amarrações Adequadas

Os reforços e amarrações das cabeças de bobina são parte muito importante do sistema. Apesar de não terem função dielétrica direta, estes reforços asseguram que a isolação se manterá íntegra ao longo da vida, no que diz respeito às consequências dos esforços mecânicos possíveis, seja na condição normal de operação, durante partidas ou em transições bruscas de carga. Aplicações específicas demandam elevada suportabilidade aos esforços mecânicos. Diversas soluções estão disponíveis para assegurar a integridade da isolação.

Controle e Inspeções

A fabricação de um estator bobinado contempla, ao longo do processo, diversas verificações. Mesmo antes da impregnação, quando a isolamento ainda não está concluída, controles já são realizados, de forma a assegurar a integridade do produto.

Crítérios de normas internacionais são usados sempre que disponíveis. Demais critérios e parâmetros são definidos pela WEG, com base na experiência, muitas vezes resultante de longos ensaios de vida em laboratório, e nas necessidades do produto. Além dos testes realizados regularmente, qualquer ensaio adicional pode ser discutido, seja no próprio estator bobinado, nas bobinas do estator ou em bobinas sobressalentes, necessárias quando ensaios destrutivos ou demasiadamente agressivos são desejados. Inclusive ensaios de longa duração estão disponíveis, conforme descrito à frente.

Inspeções de Recebimento de Materiais

- Planos de inspeção definidos com base em normas brasileiras e internacionais, como ISO 2859, ANSI/ASQ Z1.4-2003, NF06-022, BS 6001, DIN 40080 e NBR 5426

Rotina

- Inspeção visual e dimensional
- Resistência ôhmica
- Resistência da isolamento (Referência: IEEE Std 43)
- Tensão aplicada – Hi-pot (Referência: IEC 60034-1)
- *Surge-test* (Referência: IEEE std 522 / IEC 60034-15)
- Verificação dos sensores de temperatura

Adicionais (Estator Bobinado)

- Câmara escura – Ensaio visual de corona (IEEE Std 1799)
- Tangente delta e capacitância (IEEE std 286 e IEC 60034-27-3)
- *Spray-test* (NEMA MG 1 20.18)
- Descargas parciais (IEEE Std 1434 / IEC 60034-27-1 / IEC 60270 / IEC 60034-27-2)
- Tensão aplicada CC, *Ramp test* e *Step-voltage test* (IEEE Std 95)

Adicionais (Bobinas Sobressalentes)

- Ruptura dielétrica
- Impulso (IEC 60034-15)
- Envelhecimento elétrico – VET (IEEE Std 1043 / IEEE Std 1553 / IEC 60034-18-32 / IEC 60034-18-33)
- Ciclagem térmica (IEEE Std 1310 / IEC 60034-18-34)

Ensaio de Desenvolvimento e Certificações

Abaixo estão listadas as principais normas e documentos de referência, para ensaios voltados ao desenvolvimento e à garantia da confiabilidade do produto:

IEC - International Electrotechnical Commission

60085; 60505; 60034-15; 60034-1; 60034-18-1; 60034-18-21; 60034-18-31; 60034-18-32; 60034-18-33TS; 60034-18-34; 60034-18-41; 60034-18-42; 60034-27-1; 60034-27-2TS; 60034-27-3; 60034-27-4; 60270; 60216-1; 60216-2; 60216-3; 60216-4-1; 60216-4-2; 60216-4-3; 60216-5; 60216-6; 60216-7TS; 60216-7-2TR; 60216-8; 61858-1; 61858-2.

IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers

Std 43, Std 95, Std 1310, Std 1043; Std 1434; Std 1553; Std 1776; Std 1799; Std 286; Std 522; Std 99.

Merecem destaque os ensaios de vida e ciclagem, como o *Voltage Endurance Test* (Senoidal ou com tensões impulsivas, que simulam aplicações com inversores de frequência), Ciclagem Térmica e Ciclagem Termomecânica. Esta última, quando se avalia um sistema de isolamento, é a sequência de ensaios que permite a classificação efetiva do sistema. São ensaios de longa duração, nos quais os sistemas de isolamento são submetidos a condições extremas, tipicamente mais críticas do que se pode encontrar em uma operação regular.

Diversos tipos de corpos de prova são utilizados, desde simples barras metálicas, para comparações singelas, passando por réplicas de bobinas, *formettes* e mesmo estatores bobinados, sejam eles inteiriços ou apenas segmentos representativos.

Os ensaios de desenvolvimento seguem metodologias mundialmente difundidas e aceitas, além de métodos e procedimentos desenvolvidos internamente, quando não existem referências internacionais. Os resultados são interpretados e tratados com base em ferramentas estatísticas, para garantia da confiabilidade.

Um grupo de especialistas é responsável por liderar o desenvolvimento do sistema de isolamento. Trata-se de uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais capacitados e experientes, cujas especialidades vão de logística e suprimentos às engenharias. Este grupo atua de forma global, suportado por um time de apoio, distribuído por todas as unidades produtivas da WEG.

Laboratórios

A WEG dispõe de grande estrutura para ensaios, bem como laboratórios dedicados ao desenvolvimento do produto, cada um com propósito específico, nas áreas química, mecânica, elétrica e de materiais, dentre outras. No âmbito dos Sistemas de Isolação de média tensão, merece destaque o laboratório apresentado a seguir.

Laboratório de Sistemas de Isolação

O Laboratório de Sistemas de Isolação (LSI) reafirma cotidianamente o compromisso da WEG com a confiabilidade e a durabilidade dos seus sistemas de isolamento. Trata-se de infraestrutura dedicada à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação, onde os mais relevantes ensaios, de materiais e sistemas, podem ser realizados, em conformidade com normas internacionais e práticas do mercado. Capacitado com equipamentos diferenciados e munido de diversas parcerias, internas ou externas, todo e qualquer ensaio, relacionado a um sistema de isolamento, pode ser realizado.



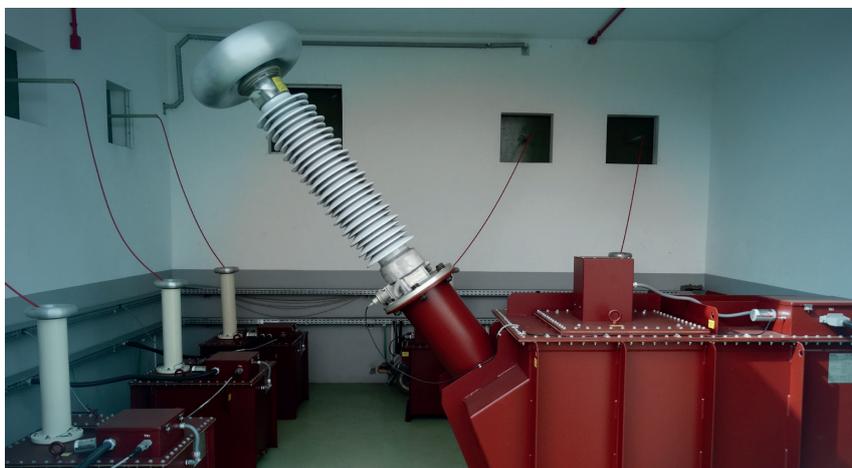
Sala de controle - Laboratório de Sistemas de Isolação

Uma planta de impregnação, em escala reduzida, é dedicada a trabalhos de desenvolvimento. Resinas, vernizes e emulsões dos mais diversos tipos podem ser utilizados juntamente com vasta gama de variáveis de processo, que podem ser facilmente simuladas.



Sistema de impregnação do LSI

Fontes de alta tensão até 150 kV ca e 120 kV cc estão disponíveis, e são utilizadas para os ensaios de envelhecimento, diagnóstico e ruptura, dentre outros. Para o ensaio de ciclagem térmica, um retificador modular, com capacidade de 9.000 A, é utilizado.

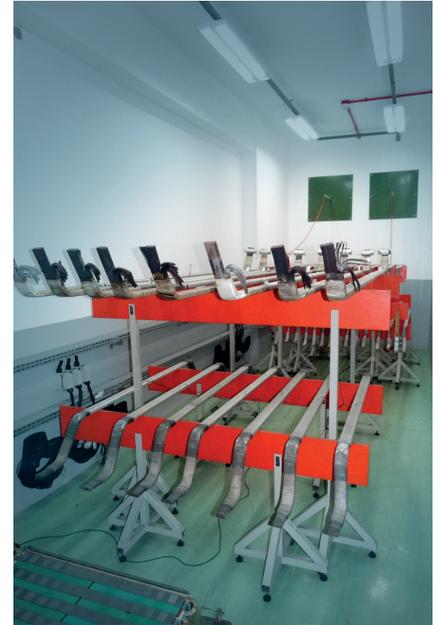
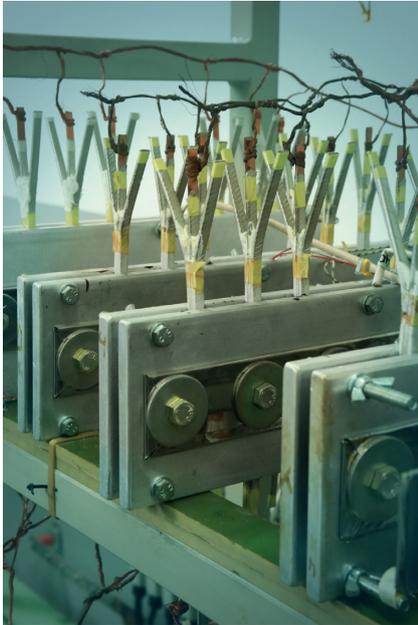


Fontes de alta tensão (até 150 kV ca)

Laboratórios

Ensaio de Durabilidade

Por meio da imposição de estresse elétrico sobre a isolamento, combinado ou não com estresse térmico, são realizados os ensaios de durabilidade elétrica (TEA – *Thermal Electrical Endurance* ou VET – *Voltage Endurance Test*). Sistemas supervisórios customizados monitoram o andamento dos ensaios em tempo integral.



Exemplos de ensaios realizados

Nos ensaios de ciclagem térmica, um retificador fornece corrente para o aquecimento (resistivo) das amostras, enquanto um insuflador de ar realiza a refrigeração por circulação forçada de ar, em conjunto com uma câmara de distribuição e homogeneização. Um sistema de controle assegura a imposição do estresse cíclico, enquanto um sistema supervisorio customizado registra as grandezas envolvidas. As amostras são ciclicamente aquecidas e resfriadas, de forma controlada, fazendo com que os diferentes coeficientes de dilatação dos materiais envolvidos resultem em esforços mecânicos sobre a isolamento.

Os ensaios de ciclagem termomecânica são o que se pode fazer de mais completo, com base em normas internacionais, para qualificar e classificar um sistema de isolamento. Estufas são usadas para imposição do estresse térmico às amostras, enquanto uma mesa vibratória provê o estresse mecânico adequado. Em adição, uma câmara específica cria uma atmosfera saturada em umidade, com condensação visível sobre as amostras. A infraestrutura de ensaios de durabilidade elétrica, anteriormente detalhada, é usada para imposição do estresse elétrico. Subciclos de diagnóstico são usados para identificação do final da vida das amostras.



Câmara de umidade saturada



Estufas para envelhecimento térmico e mesa vibratória

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



 +55 47 3276.4000

 energia@weg.net

 Jaraguá do Sul - SC - Brasil