



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GTM/05
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - XIII

**GRUPO DE ESTUDO DE TRANSFORMADORES, REATORES, MATERIAIS E TECNOLOGIAS EMERGENTES -
GTM**

**NOVA TECNOLOGIA DE ISOLAMENTO LIVRE PAPEL PARA BUCHAS
DE ALTA TENSÃO TIPO CAPACITIVA**

Daniel Egger ABB Schweiz AG, Micafil, Suíça	Urs Krüsi ABB Schweiz AG, Micafil, Suíça	Ansgar Dais ABB Schweiz AG, Micafil, Suíça
Zoran Zic ABB Schweiz AG, Micafil, Suíça	Walter Odermatt ABB Schweiz AG, Micafil, Suíça	J. Czyzewski ABB Schweiz AG, Micafil, Suíça
Jens Rocks ABB Schweiz AG, Corporate Research, Suíça		Yoshio Nomi (*) ABB Ltda, Brasil

RESUMO

Uma nova tecnologia a base de material sintético impregnado com resina (*RIS - Resin-Impregnated Synthetics*) e livre de papel foi apresentada para as buchas secas capacitivas de alta tensão.

Nas tecnologias mais tradicionais de buchas capacitivas, o isolamento elétrico principal consiste de uma faixa de papel, enrolada no condutor ou tubo de suporte, o qual será posteriormente impregnado com óleo ou resina epóxica. Durante o enrolamento são introduzidas folhas de material elétrico condutor entre as camadas de papel, de modo a criar camadas capacitivas no núcleo capacitivo da bucha, dispostas de forma concêntrica ao redor do condutor.

Uma das primeiras tecnologias utilizadas na produção de buchas tipo capacitiva, e que continua a ser usada há mais de 100 anos é o papel aglutinado com resina - a tecnologia RBP. A segunda tecnologia mais conhecida e que continua a ser a predominante, cobrindo mais de 70% da procura global, é a do papel impregnado com óleo - a tecnologia OIP. A tecnologia mais recente é a que utiliza papel impregnado com resina - a tecnologia RIP.

A nova tecnologia RIS (*Resin-Impregnated Synthetics*), quando comparada com as buchas à base de papel impregnado com óleo (*OIP - Oil-Impregnated Paper*) e à base de papel impregnado com resina (*RIP - Resin-Impregnated Paper*), utiliza uma fibra polimérica que não atrai nem absorve umidade. O núcleo da fibra encontra-se impregnado por uma resina epóxica preenchido a qual, após o endurecimento, é coberta diretamente por um isolador de silicone. Graças à resina epóxica preenchida, o núcleo pode ser endurecido rapidamente, eliminando-se dessa forma o período de secagem do núcleo que antecedia o processo de impregnação. As características descritas acima reduzem o tempo de produção de uma bucha de alta tensão.

Foi desenvolvida e ensaiada uma gama de buchas óleo-ar baseada na nova tecnologia RIS, para tensões de 24 kV a 170 kV. Os ensaios realizados confirmaram que as propriedades dielétricas, térmicas e de durabilidade das buchas RIS superam ou são equivalentes às dos núcleos RIP. Os ensaios em câmara climática demonstraram que a bucha RIS praticamente não absorve umidade e as suas perdas dielétricas não dependem da longa exposição a níveis elevados de umidade. Tal característica facilita o transporte, bem como o armazenamento durante o período de instalação e o desempenho confiável durante o seu funcionamento.

Os impactos ambientais no período de serviço das novas buchas RIS foram analisados em linhas gerais, expresso em termos de presença de carbono e comparado com a tecnologia RIP, tendo sido visível o baixo impacto de ambas as tecnologias, mas com uma ligeira vantagem da tecnologia RIS.

As buchas RIS foram aprovadas nos ensaios em conformidade com as normas IEC e IEEE (no entanto, as buchas ainda não são fabricadas de acordo com as dimensões IEEE) e as primeiras instalações experimentais foram aprovadas com concessionárias de energia cujas buchas entraram em operação em 2011. A gama de buchas RIS desenvolvida se refere a aplicação óleo-ar, mas a tecnologia também pode ser utilizada em outros campos.

PALAVRAS-CHAVE

Bucha de alta tensão, bucha tipo capacitiva, bucha capacitiva, material sintético impregnado com resina, bucha RIS, bucha RIP, bucha OIP, bucha óleo-ar, período de serviço, presença de carbono

1.0 - INTRODUÇÃO

Uma bucha de alta tensão é um componente utilizado para conduzir tensões e correntes elevadas através de uma barreira aterrada. O tipo mais simples de bucha, de haste ou de base, não inclui um capacitor e, normalmente, utiliza porcelana ou resina fundida como principal material de isolamento. As buchas de haste são utilizadas para tensões mais baixas, em que a bucha de graduação fina não é necessária. No caso de buchas capacitivas para tensões mais elevadas, é utilizada a bucha de graduação fina também chamada bucha capacitiva. O objetivo da bucha tipo capacitiva é a redução da pressão sobre o campo máximo e a otimização da distribuição do campo, tanto em termos axiais como radiais.

Nas tecnologias mais tradicionais de buchas capacitivas, o isolamento elétrico principal consiste de uma faixa de papel, enrolada no condutor ou tubo de suporte, o qual será posteriormente impregnado com óleo ou resina epóxi. Durante o enrolamento são introduzidas folhas de material elétrico condutor entre as camadas de papel, de modo a criar camadas capacitivas no núcleo capacitiva da bucha, dispostas de forma concêntrica ao redor do condutor, tal como é demonstrado na Figura 1. Pode encontrar uma descrição mais pormenorizada em [1].

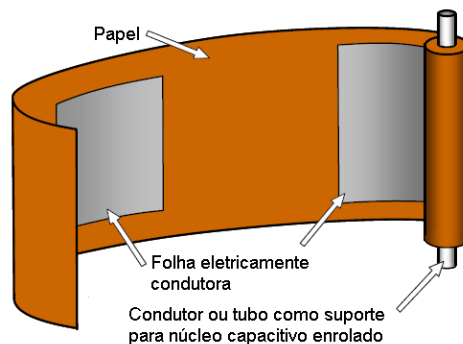


Figura 1: Formação do núcleo capacitivo de uma bucha de graduação fina.

Uma das primeiras tecnologias utilizadas na produção de buchas capacitivas há mais de 100 anos, foi papel aglutinado com resina - tecnologia RBP. As buchas RBP são produzidos a partir de papel revestido de resina e enrolada num ambiente de fabricação descontrolado. Durante o processo de aquecimento do ar pode ser facilmente aprisionado no interior do núcleo formando vazios após a cura. Buchas RBP apresentam altos níveis de descargas parciais e possuem regularmente elevado factor de dissipação. Adicionalmente a essas fraquezas-chave, os núcleos RBP não são estanques e por isso não aplicáveis para aparelhos SF6. Hoje em dia a maioria dos usuários não aceita buchas RBP. Fabricantes mais importantes de buchas interromperam a sua produção.

A segunda tecnologia predominante nos dias atuais, que abrange mais de 70% da demanda de todo o mundo, é de papel impregnado de óleo - tecnologia OIP. O núcleo capacitivo é impregnado com óleo mineral de transformador de alto grau e colocado dentro de um invólucro isolante construída a partir de porcelana ou composto, que mantém a bucha estanque. Buchas OIP mantêm a perda capacitiva baixa e baixas descargas parciais. O núcleo capacitivo permanece no líquido durante a sua vida inteira, o que poderia causar problemas de vazamento. A bucha é pressurizada e não é à prova de explosão. Transporte, manuseio e instalação devem ser feitos de acordo com regras rígidas.

A tecnologia estado-de-arte é papel impregnado de resina - tecnologia RIP. Buchas RIP têm um núcleo capacitivo impregnado com resina curável que está em contato direto com o óleo do transformador ou qualquer outro meio limpo. Para aplicação externa é utilizado porcelana ou o isolador polimérico. Enquanto que a produção OIP é um processo relativamente simples e complacente, impregnação com resina epóxi requer um ambiente mais controlado, incluindo a monitoração contínua do processo num vaso hermeticamente selado. Bucha RIP fornece uma lista de vantagens significativas, tais como ser totalmente seca e sem pressão, classe de temperatura alta, livres de descargas parciais, baixa perdas dielétricas, resistentes ao fogo e excelentes propriedades mecânicas. Devido a essas características, as buchas RIP proporcionam maiores benefícios, como: transporte, armazenamento e instalação em qualquer ângulo, a possibilidade de energização imediatamente após a instalação e uma excelente capacidade de suportabilidade sísmica.

Em ambas as tecnologias OIP e RIP a aplicação de papel relativamente denso limita o processo de impregnação para a utilização de um meio isolante líquido, não preenchido, de baixa viscosidade. Neste documento descreve-se uma nova tecnologia de bucha capacitiva sem papel no qual o denso papel é substituído por uma malha feita de fibras poliméricas sintéticas. Estas malhas podem ser impregnadas por líquidos de viscosidade muito mais elevada de partículas, incluindo resina carregada de partículas, o que abre novas perspectivas para a otimização de tecnologia de fabricação e as propriedades do produto acabado de uma bucha de alta tensão a seco. Vamos

continuar a se referir a essa nova tecnologia de bucha seca das impregnadas de tecnologia de resina sintéticos RIS.

Na segunda parte deste artigo descrevemos as principais características da nova tecnologia e descreve uma família de buchas óleo-ar desenvolvidas em conformidade. Na Seção 3, analisa o impacto do ciclo de vida ambiental das buchas RIS e compará-la com a tecnologia RIP. Seção 4 descreve o projeto principal e ensaios de tipo realizados com as buchas RIS e na Seção 5 demonstramos como a eliminação de papel a partir do material isolante levou a absorção de umidade praticamente nula das buchas RIS. Seção 6 apresenta uma breve informação sobre a experiência adquirida com as buchas RIS em instalações de campo, enquanto a Seção 7 resume as conclusões do documento.

2.0 - NOVA TECNOLOGIA DE BUCHAS SECOS DE GRADUAÇÃO FINA - SINTÉTICOS IMPREGNADOS DE RESINA (RIS)

Como mencionado na introdução, à aplicação de papel relativamente denso nas tecnologias OIP e RIP limita o processo de impregnação para a utilização de um meio isolante líquido, de baixa viscosidade. Na nova tecnologia RIS sem papel, o papel denso é substituído por uma malha feito de fibras de polímeros sintéticos. Estas malhas podem ser impregnadas por líquidos de viscosidade muito mais elevada, incluindo as resinas carregadas de partículas. Em particular, resina epoxi carregada de pó de alumina ou sílica, pode ser utilizado considerando que é um material isolante comprovada utilizado durante décadas em outras aplicações de alta e média tensão. Aplicação de resinas epóxi carregada abre caminho para melhorias técnicas notáveis da tecnologia, tais como a bucha de melhores propriedades térmicas do material e menos energia intensiva para processos de fabricação. Um dos primeiros protótipos de núcleo capacitiva de uma bucha RIS é mostrado na Figura 2. A estrutura enrolada, antes da impregnação, é também mostrada em comparação com o tradicional feita de papel.



Figura 2: Um protótipo inicial de bucha capacitiva RIS fabricado no Centro de Desenvolvimento Corporativo ABB, em 2004 (à esquerda) e estrutura enrolada com malha de fibra sintética Comparado com um tradicional feito de papel (à direita).

Usando a resina epóxi carregada, o núcleo capacitivo pode ser moldado e endurecido num processo. O curto tempo de secagem do núcleo antes da impregnação pode ser totalmente eliminado, devido à falta de absorção de umidade pelas fibras. Para as partes expostas do lado ar da bucha, o núcleo capacitivo pode então ser diretamente moldado por um material de elastômero de silicone, formando o isolador externo com a sua forma e propriedades que fornecem o comprimento requerido de fuga e características de isolamento elétrico em condições exteriores. O resultado característico acima resulta em um tempo de fabricação extraordinariamente curto para uma bucha de alta tensão.



Figura 3: Família de buchas óleo-ar fabricados com a nova tecnologia RIS para tensões de 24 kV a 170 kV.

Uma família de bucha óleo-ar com isolador externo de silicone para tensões de 24 kV a 170 kV foi desenvolvido com base nessa nova tecnologia e é mostrado na Figura 3. As buchas da família RIS cumpre todas as

especificações exigidas pela norma IEC 60137 (2008) [1]. As propriedades elétricas, térmicas e mecânicas são especificadas também de acordo com as normas IEEE [3].

As novas buchas RIS são caracterizadas por um fator de perda dielétrica muito baixo, tipicamente abaixo de 0,35%, enquanto o projeto elétrico das buchas e o processo de impregnação a vácuo permite descarga parcial (PD) livre na operação até duas vezes a tensão de funcionamento máxima fase-terra, especificado na medição do ruído de fundo PD de 2pC. Este desempenho equivalente ao estado de arte das buchas RIP, é significativamente maior do que o mínimo requerido pela norma IEC que especifica um fator de perda <0,7% e níveis de PD 10pC a 1,5 e 5pC a 1,05 vezes máxima tensão de fase-terra de operação, respectivamente.

As distâncias de escoamentos dos isoladores de silicone das buchas RIS desenvolvidas para permitir o funcionamento das buchas em ambiente de classe de poluição severa (muito intenso), de acordo com a norma IEC 60815-1 (2008) [4]. O ângulo de montagem é permitida a partir da vertical para a horizontal (0° - 90°), devido à estrutura seco das buchas.

3.0 - AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

A fim de avaliar o impacto ambiental do novo produto, a estimativa foi realizada para comparar as buchas novas RIS com a tecnologia convencional RIP. O foco principal desta seleção foi a avaliação das perdas elétricas e do impacto dos materiais utilizados.

Bucha 123 kV óleo-ar para transformador foi selecionada para a análise. Como uma hipótese subjacente o tempo de vida total das buchas foram estimadas em 25 anos e a carga mais freqüente foi assumida como sendo da ordem de 50% da corrente nominal, o que correspondeu ao valor comum de 875A para ambas as buchas e resultou em a potência transmitida de 62MVA.

Com base nestes pressupostos o consumo acumulado de energia devido às perdas elétricas com mais de 25 anos de funcionamento da bucha foi calculada como sendo aproximado de 72 MWh para ambas as tecnologias de bucha investigadas. Isto irá resultar numa emissão de cerca de 4500 kg de CO₂.

O impacto destas perdas é mostrado na Figura 4, em conjunto com a emissão de CO₂ o impacto equivalente dos materiais utilizados em ambas as buchas. O impacto de perda elétrica relacionada domina o valor total que é em ambas as buchas inferiores de 5000 kg de CO₂. Esta emissão de CO₂ durante 25 anos de funcionamento corresponde aproximadamente a 33.000 km impulsioneados por um automóvel típico da emissão de 150g/km. Em conclusão, tanto a tecnologia RIP como a tecnologia RIS são caracterizados pelo impacto ambiental muito baixo.

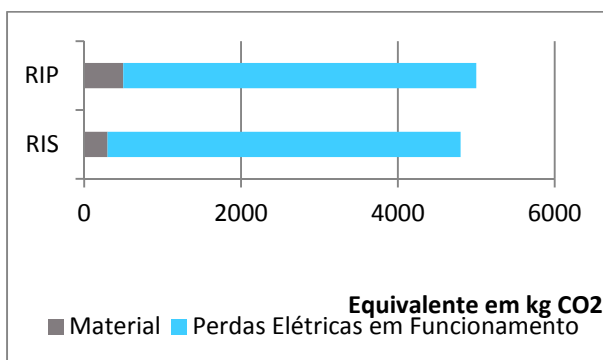


Figura 4: Emissões equivalentes de CO₂ relativas ao impacto dos materiais e perdas (com uma carga de 50%) ao longo de 25 anos de serviço, para as buchas RIP e RIS em estudo.

Na Figura 5 podemos ver o resultado da análise pormenorizada do impacto dos materiais incluído na Figura 4. É bem visível que é possível conseguir alguma redução no impacto ambiental com a utilização desta nova tecnologia RIS. Tal deve-se principalmente à utilização de uma menor quantidade de materiais cujo impacto ambiental seja significativo, como o alumínio e a resina epóxica, utilizados na bucha RIS.

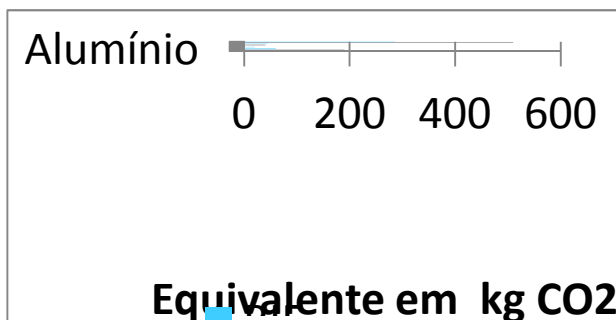


Figura 5: Emissões equivalentes de CO₂ relativas à utilização de materiais nas buchas RIP e RIS em estudo.

O consumo de energia e as respectivas emissões durante a fabricação, transporte, manutenção e tratamento final do produto não foram incluídos neste estudo. No entanto, verificou-se que para uma bucha RIP óleo-ar normal, de 123 kV, produzida na fábrica ABB Suíça, Micafil, e transportada para uma zona distante, como a China ou a Rússia, as emissões combinadas relacionadas com o transporte e fabricação não ultrapassavam os 650 kg CO₂. A reciclagem do alumínio no final do período de serviço do produto pode reduzir o valor total das emissões de CO₂ em relação ao valor correspondente indicado na Figura 5.

Assim sendo, o valor total das emissões relacionadas com a fabricação, transporte e reciclagem dos produtos podem alterar o valor total indicado na Figura 4, mas tal alteração não deverá ultrapassar os 15%. As emissões da tecnologia RIS não deverá diferir grandemente das que já são apontadas à tecnologia RIP. A eliminação do processo de secagem torna o ciclo de fabricação das buchas RIS menos exigente em termos energéticos, mas tal não altera o panorama geral das emissões: um impacto muito baixo e semelhante em ambas as tecnologias (RIP e RIS).

4.0 - PROJETO E ENSAIO DE TIPO DE BUCHAS RIS

A nova família de buchas RIS passou em todos os testes dielétricos de tipo exigido pelas normas IEC e IEEE, incluindo o ensaio de tensão suportável de frequência industrial, e ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico de onda plena e cortada, medição de capacitância, fator de perda e descargas parciais. Como discutido em seção 2, com os dois últimos pontos requisitos muito mais elevados são colocados no teste do que os exigidos pela norma.

Ensaio de elevação de temperatura também foi feito para a família de bucha RIS e confirmou as classificações específicas atuais. Os benefícios da tecnologia RIS a partir das propriedades térmicas do pó inorgânico de material de resina epóxi carregado. A condutividade térmica medida do material de isolamento RIS, na direção radial da bucha, é mais do que duas vezes maior que a do material de RIP. A comparação é mostrada na Figura 6. As medições para os dois materiais foram realizados a 95 °C. Quanto maior for a condutividade térmica do material RIS dá mais liberdade na concepção térmica das buchas.

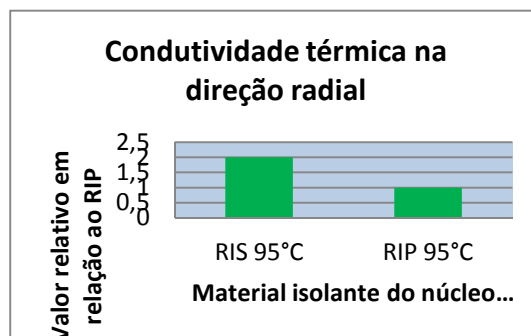


Figura 6: A condutividade térmica do material isolante da bucha RIS, medido na direção radial, comparado à do material RIP. Ambas as medidas foram tomadas a 95 °C. A barra de erro mostra os valores extremos do RIS para RIP condutividade térmica nominal medida.

Os limites do desempenho mecânico do material foram testados num teste de flexão múltiplo, no qual a força de flexão requerida a ser suportada durante 1 minuto pela norma IEC [2], foi aplicado cerca de 700 vezes para a bucha. A curva de deslocamento versus força registrada do teste aplicado a uma bucha de transformador de 123 kV RIS são mostrados na Figura 7. Depois de cada um dos ciclos de flexão de 100, 300 e 700 ciclos no total, um teste dielétrico completo, incluindo o ensaio de impulso foi realizado para verificar o estado da bucha. O teste foi aprovado depois de cada ciclo, sem alterações das propriedades elétricas da bucha.

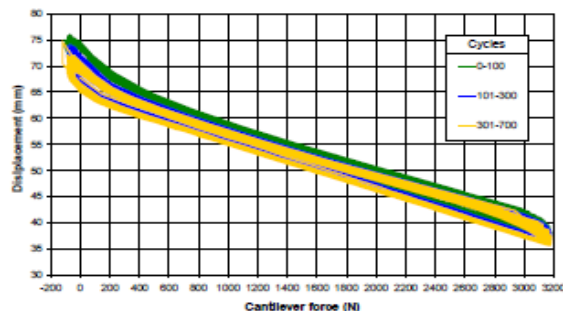


Figura 7: Força e deslocamento registrado durante um ensaio de múltipla flexão de uma bucha de 123 kV RIS óleo-ar.

A estrutura da bucha RIS, sem aplicação paralela de materiais fortemente diferentes no coeficiente de expansão térmica, em conjunto com as características de desempenho a baixa temperatura dos próprios materiais, resulta em bom desempenho das buchas, mesmo a temperaturas extremamente baixas. As buchas RIS foram testadas até $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

No teste de exemplo, três ciclos de temperatura de $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ foram aplicadas as buchas RIS de 36kV. A queda de temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ foi realizada dentro do tempo de 16 horas, enquanto o tempo de retenção em cada nível de temperatura foi de 38h. As três unidades de teste, mostrados na Figura 8, passaram no teste dielétrico total, incluindo o de impulso atmosférico, após o ciclo de temperatura, o que demonstra que não houve alteração no desempenho das amostras.

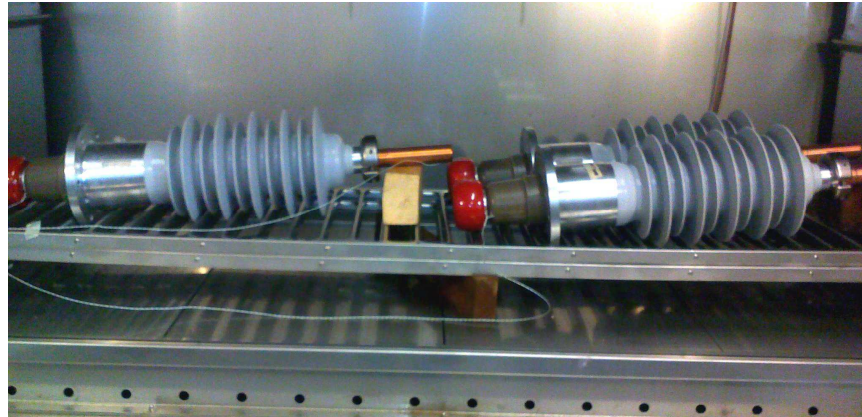


Figura 8: Buchas de transformadores de 36 kV em câmara climática após a $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura cíclica

5.0 - ABSORÇÃO DE UMIDADE

O principal desafio a dominar a tecnologia RIP é secar otimamente e tratar o papel durante a produção, bem como para proteger a sua condição de seco durante o transporte, armazenamento, instalação e manutenção. Medidas insuficientes em qualquer uma das etapas citadas podem resultar num aumento do fator de perdas dielétrica e de reduzir o tempo de vida da bucha.

Na nova tecnologia da bucha RIS o papel, portanto a celulose é eliminada do material isolante. Isso reduz drasticamente sua capacidade de absorver umidade. Para a bucha, isso resulta em um fator de perdas dielétrico muito baixo. Além disso, embora o núcleo capacitivo não esteja protegido por qualquer barreira contra umidade, tais como isolador de porcelana externo ou tubo de fibra de vidro e epóxi, o fator de perdas não é dependente das condições ambientais e do tempo de armazenamento antes da operação.

A absorção de umidade da bucha RIS foi testado em ambiente controlado de uma câmara climática a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e uma umidade relativa de 95%. Estas condições de umidade muito elevadas correspondem a 50g/m^3 quase absoluta no conteúdo de água do ar e é maior do que o maior valor extremo de 40g/m^3 , de serem encontrados em qualquer lugar da terra e apenas por um curto período de tempo. Os valores médios nos climas mais úmidos são pelo menos duas vezes mais baixos. [5]

Para o teste da bucha o lado de óleo foi protegido com um cilindro de metal para simular a penetração de umidade para dentro do corpo apenas no lado do ar, como no funcionamento real de um transformador. O valor do fator de perdas foi medido em intervalos de tempo regulares. Para a medição, a bucha foi retirada da câmara climática, o cilindro de metal foi removido, e os valores $\tan \delta$ foram medidos com uma ponte de teste Omicron como mostrado na Figura 9, sem arrefecimento da bucha. O teste foi durante 205 dias.

Os resultados são mostrados na Figura 10. Estes resultados correspondem ao núcleo capacitivo RIS revestido de isolador de silicone. De qualquer forma, como as propriedades de barreira de umidade do elastômero de silicone são bastante limitadas, e tendo o tempo extremamente longo da medição, que pode ser considerado válido também para um corpo de núcleo RIS capacitivo nu. Como mostrado na Figura 10, o fator de perdas foi muito estável durante o período de ensaio. Além disso, como discutido antes, o valor da temperatura ambiente inicial de $\tan \delta$ é muito baixo, menor que a metade do máximo permitido pela norma IEC [1]. O valor de $\tan \delta$ medido, mais tarde, durante o teste, é ainda mais baixo, como o fator de perdas do material aplicado RIS diminui com o aumento da temperatura até o seu mínimo ocorrendo em cerca de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 9: Ensaio de fator de perda de uma bucha de 123 kV RIS óleo-ar do lado de fora da câmara climática (visível na parte de trás).

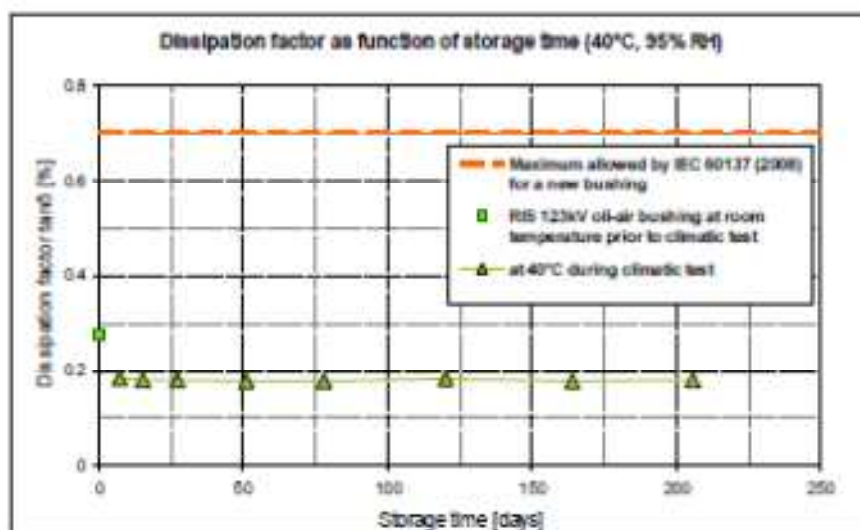


Figura 10: Tempo dependência do fator de perda de uma bucha de 123 kV RIS óleo-ar na umidade extremamente alta.

6.0 - EXPERIÊNCIA COM INSTALAÇÕES PILOTO

Duas buchas RIS de 123 kV foram instalados na Estação Koeberg de Teste de Poluição de Isolador (KIPTS) na África do Sul, em abril de 2009. A estação KIPTS, situado a cerca de 20 quilômetros ao norte da Cidade do Cabo, diretamente na costa do Oceano Atlântico, é muitas vezes considerado como a estação de prova mais dura ao ar livre de poluição. É caracterizado por grandes variações de temperatura diárias freqüentemente superiores a 20 °C e umidade elevada. A poluição inclui névoa salina, poluição industrial e poeira de áreas agrícolas. As buchas RIS têm operado sob tensão na estação KIPTS durante um ano e nenhuma falha do isolamento elétrico foi observada em qualquer uma das unidades testadas.

Três buchas RIS de 72,5 kV foram instalados em Maio de 2011 um transformador grande de distribuição na subestação Grynau da concessionária Xpo. Um sistema de monitoração on-line foi instalado para possibilitar a medição e registro das características das buchas. Esta instalação de teste irá fornecer informação de operação a longo prazo sob tensão e corrente. Ambas as instalações piloto mencionados são mostrados na Figura 11.

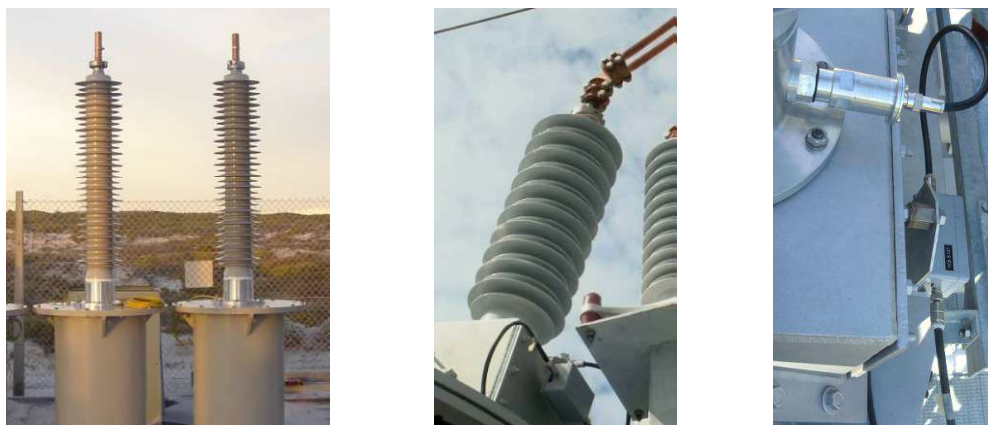


Figura 11: Instalação de teste de duas buchas RIS de 123 kV óleo-ar na estação de teste KIPTS na África do Sul antes da energização (à esquerda), uma das três buchas de 72,5 kV RIS operando em um transformador grande de distribuição na subestação Grynau da concessionária Axpo na Suíça (meio) e sua conexão com o sistema de monitoramento (direita).

7.0 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A nova sintética impregnada de resina (RIS) tecnologia de buchas seca capacitiva de graduação fina, livre de papel foi desenvolvida e testada. Nas buchas RIS o papel é substituída por tecido de fibra de polímero que não atrai nem absorve umidade. Testes em câmara climática mostraram que o material RIS não absorve água e que a sua perda dielétrica não é dependente de longa exposição à umidade extremamente alta. Isto permite fácil transporte, armazenamento não crítico no período de instalação e um desempenho confiável em serviço.

Os ensaios de concepção realizados têm provado que as propriedades dielétrico e térmicas e vida útil das buchas RIS superaram ou, pelo menos, são tão boas como as dos núcleos de RIP. Assim, uma nova família de buchas óleo-ar com base na tecnologia RIS para tensões de 24 kV a 170 kV foi desenvolvida e testada com sucesso.

Para instalações piloto as buchas foram comissionadas em 2011, para ganhar experiência de campo. A introdução no mercado está previsto para Fevereiro de 2012 e aceitação do mercado será monitorada de perto. A família de bucha RIS desenvolvida cobre somente bucha óleo-ar, mas a tecnologia pode ser usada para tensões mais elevadas, bem como outros tipos de buchas. Pesquisa e desenvolvimento serão necessários para explorar plenamente os limites desta tecnologia.

A tendência mundial para mudar de OIP para buchas tipo seco será acelerada devido aos novos recursos do RIS.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J.S. Graham, Buchas de Alta Tensão, em "Engenharia de Alta Tensão e Testes", editados por Hugh M. Ryan, A Instituição de Engenheiros Elétricos, Londres, 2001.

[2] International Standard IEC 60137, Buchas Isolados para Tensões Alternadas acima de 1000 V, Edição 6.0 (2008)

[3] IEEE Standard C57.19.00-1991, Requisitos Gerais e Procedimento de Teste para Buchas de Equipamentos de Potência (1991);

IEEE Standard C75.19.01-2000, Características de Desempenho e Dimensões para Buchas de Equipamentos ao ar livre (2000).

[4] International Standard IEC 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores de alta tensão para uso em condições poluídas - Parte 1: Definições, informação, e princípios gerais, Edição 1.0 (2008)

[5] International Standard IEC 60721-2-1, Classificação das condições ambientais - Parte 2-1: Condições ambientais que aparecem na natureza - Temperatura e umidade, Edição 1.1 (2002)

9.0 DADOS BIOGRÁFICOS



YOSHIO NOMI, Engenheiro Eletricista formado pela Universidade de Mogi das Cruzes UMC em 1981. Membro CIGRE e ABNT. Iniciou carreira na ABB Transformador em 1975. Em 1985 transferiu para ABB Componentes como Engenheiro de Aplicação e Produto na área de Componentes para Transformadores na ABB Brasil, Divisão de Produtos de Alta Tensão. Especialista em Buchas de Alta Tensão e Comutadores. De 2010 a 2011 atuou na ABB Suíça, Micafil no desenvolvimento, coordenação e implantação de Bucha RIS na Suíça. Atualmente responsável técnico de ABB Componentes na América do Sul.