



streamer[®]
keeping the light

TRANSEC

CL series

Sistema de monitoramento
de umidade e secagem de
óleo de transformadores



2020

O Problema: A umidade degrada o transformador

A umidade é das causas principais de falha em transformadores de força e um dos principais fatores de degradação do papel isolante, aumentando o risco de falhas na operação e reduzindo a expectativa de vida útil do principal ativo das subestações

Infelizmente a umidade vem de diferentes fontes, que podem ser externas ou internas e a dinâmica da migração desta umidade entre o óleo e o papel isolante no transformador é muito complexa.

O uso de dessecantes de sílica gel, tanques selados, ou cilindros de nitrogênio podem em boa medida reduzir a maior parte ou até eliminar a umidade oriunda da atmosfera externa.

Porém, quando um transformador é energizado, a produção de água dentro do próprio transformador é um processo natural inevitável ao longo do tempo por conta da despolimerização do papel isolante de celulose.



Efeito na segurança:

Como na figura 1, quanto maior a umidade, menor a tensão disruptiva do óleo. Da mesma forma que a água migra entre o papel e o óleo do transformador com mudanças de carga (e portanto, na temperatura), o mesmo acontece com a saturação relativa da água no óleo isolante. Picos de saturação são geralmente observados entre mudanças de estado (temperatura em elevação ou o inverso). A redução da umidade é, portanto, um objetivo a ser alcançado para aumentar a confiabilidade e segurança, principalmente em transformadores com variações frequentes de carregamento.

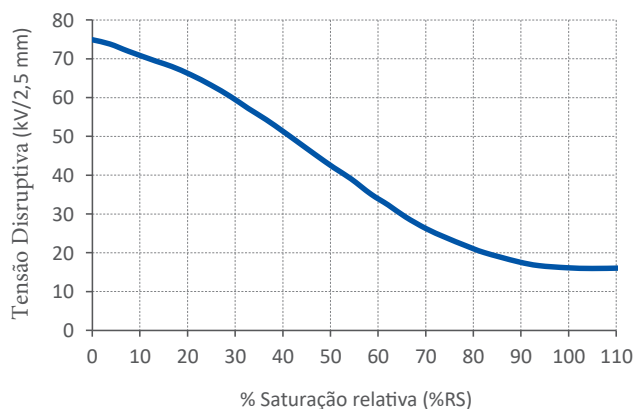


Figura 1 - Relação entre a tensão disruptiva e o conteúdo de umidade no óleo isolante *



Efeito na expectativa de vida do transformador:

A resistência do papel isolante é definida pelo seu grau de polimerização (DP), que representa o tamanho "médio" das cadeias de celulose no papel. Um transformador novo tem DPs típicas de 1000 a 1200, enquanto um transformador no fim de sua vida útil tem DP de valor tão baixo como 200. Esta degradação não pode ser interrompida, mas a sua taxa de evolução depende fortemente da umidade no papel (ver figura 2).

Na brochura CIGRÈ D1.01.10 (2007) "Fallou mostrou que a taxa de degradação do papel isolante com umidade de 4% foi 20 vezes maior que a do papel isolante com 0,5%.

A umidade desempenha um efeito muito importante na taxa de degradação do papel isolante e, por consequência, na expectativa de vida do transformador de força.

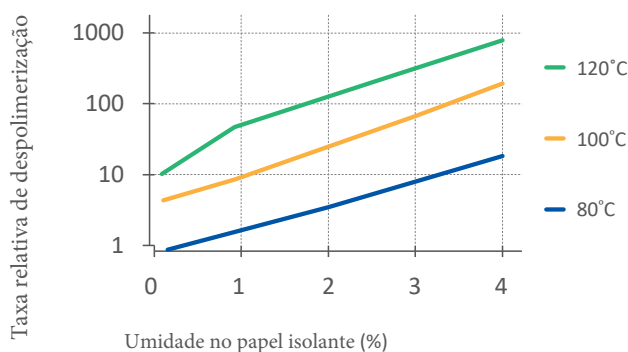


Figura 2- Taxa de despolimerização da celulose em papel isolante em relação ao conteúdo de umidade percentual a diferentes temperaturas **

* CIGRE Moisture measurement and assessment in transformer insulation - evaluation of chemical methods and moisture capacitive sensors, page 10

** CIGRE Moisture measurement and assessment in transformer insulation - evaluation of chemical methods and moisture capacitive sensors, page 14

A solução: Manter o transformador seco com filtração contínua

Manter baixo o nível de umidade em um transformador traz benefícios significativos na confiabilidade e redução de riscos ao manter o nível de isolamento elevado, permitindo maior carregamento do transformador e variar este carregamento sem o risco de dano.

Além disso, traz benefícios financeiros, pois prolonga a vida útil do ativo, ao diminuir a taxa de degradação do papel. Essa degradação cria partículas e até borras. Finalmente a umidade também é responsável pela criação de ácidos. Portanto, manter o nível de umidade baixo diminui os custos de manutenção.

Somente a filtração contínua é eficiente na remoção da umidade do transformador

A umidade é produzida continuamente e seu controle está intimamente ligado com a confiabilidade e a expectativa de vida do transformador. É portanto contra intuitivo aplicar uma solução eventual para esse problema que é contínuo.

Importante ressaltar que mais de 98% da água presente em um transformador está no papel isolante enquanto menos de 2% está dissolvido em óleo. O tempo de difusão da água do papel isolante para o óleo é muito lento. Por isso que tratamentos pontuais não resolvem o problema da umidade.

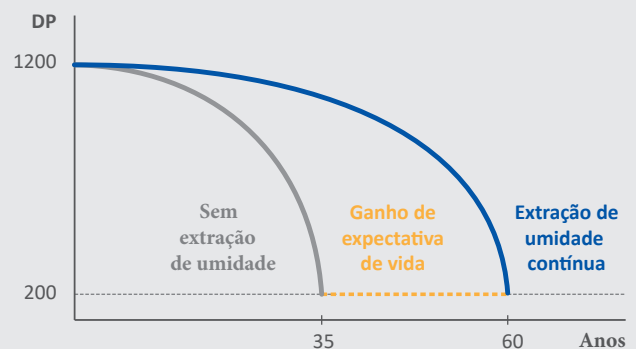


Figura 3. Benefício do sistema de secagem contínua

	Tratamento de Óleo	LFH ou método similar	Sistema de secagem TRANSEC
Tipo de Solução	Temporária	Temporária	Contínua
Transformador energizado durante o processo	Dependente da avaliação de risco do operador (Fluxo de óleo > 500l por hora)	NÃO	SIM
Seca o óleo	SIM	SIM	SIM
Seca o papel	NÃO	SIM	SIM
Melhora a tensão disruptiva	Temporariamente (meses)	SIM	SIM
Aumenta a expectativa de vida	NÃO	SIM	SIM
Manutenção do nível de gases dissolvidos	NÃO	SIM	SIM
Processo sem operador	NÃO	NÃO	SIM
Custo	\$	\$\$\$	\$

A solução: TRANSEC

Secagem contínua energizada



1. Saída para o transformador
2. Desaerador
3. Derivação para amostragem na saída
4. Sensor de saída PPM / Temp.
5. Filtro de linha de partículas
6. Válvula intermediária de purga de ar
7. Conexão rápida
8. Cilindro de filtro molecular
9. Monitor opcional de umidade
10. Válvula de purga de ar na saída
11. Pré-filtro de partículas opcional
12. Sensor de entrada PPM / Temp.
13. Indicador de fluxo de óleo
14. Bomba
15. Derivação de amostragem na entrada
16. Entrada do transformador
17. Estrutura de suporte opcional



O Sistema de Secagem TRANSEC usa filtros moleculares para extrair a umidade do óleo. Esses grânulos (não químicos) contêm inúmeros poros de diâmetro de 3 Angstrom, que têm a exata dimensão para capturar as moléculas de água. Desta forma outros componentes como moléculas gasosas com dimensões maiores ou menores não são capturadas por estes filtros

	CL1	CL3
Potência do transformador	Abaixo de 10 MVA	10 MVA e acima
Capacidade de extração de água até a troca do cilindro	3 a 4 litros	10 a 12 litros
Vazão	60 a 90 litros por hora	
Filtro de partículas	10 microns; 5 microns (opcional)	
Material	Aço inoxidável 304	
Faixa de temperatura do óleo	0 ° C a 105 ° C	
Condições de trabalho	0 ° C a 80 ° C (abaixo de 0 ° C, consulte-nos)	
Classe de proteção	IP55	
Alimentação	240V 50Hz ou 110V 60Hz	
Bomba	Bomba de circulação de rotor encapsulado Máx. corrente 0,8A @240V & 1,5A @110V Juntas nitrílicas BA70	
Monitoramento	Disponível como opção. Veja a página 7	
Dimensões	1950 x 455 x 320	1950 x 705 x 320
Peso de instalação (incluindo cilindros)	170 kg	90 kg
Tempo de instalação	5h a 6h com 2 pessoas	
Teste de tipo	Pressão de 3 bar a 110 ° C por 1h	
Teste de rotina	Pressão de 2 bar a 60 ° C por 30 min	

O assunto: Avaliando a umidade no transformador

1. Mais de 98% da água presente no transformador está contida no papel isolante enquanto apenas 2% está dissolvida no óleo. O papel isolante tem acesso difícil (quando não impossível) para controle de umidade.
2. A solubilidade da água no óleo varia com a temperatura, e portanto, da mesma forma, seu conteúdo em PPM. Sendo assim, não é possível apenas verificar o valor de conteúdo de água no óleo em PPM e a partir daí obter o conteúdo de água no papel.
3. Se o conteúdo de água no óleo em PPM e a temperatura são conhecidas, pode-se utilizar curvas (ver a curva de Oomen na figura 4) para correlacionar o conteúdo de água em PPM no óleo e no papel isolante. Porém, tais curvas são válidas para situações de equilíbrio que não acontecem na prática.
4. Como a difusão da água do papel isolante para o óleo é muito mais veloz que a difusão em sentido contrário, é comum se obter leituras muito diferentes do conteúdo de água no óleo em PPM para a mesma temperatura com poucos dias de diferença (figura 5).
5. Como resultados dos itens anteriores, tomando-se uma amostra do óleo uma ou duas vezes ao ano com o objetivo de avaliar o nível de umidade no transformador não traz resultados.
6. Ademais, as amostras de óleo podem ser contaminadas no momento da obtenção das mesmas, no transporte e até no laboratório. Como o nível de umidade é muito baixo no óleo, qualquer exposição, como um breve contato com o ar ambiente afetará as medições de conteúdo de água no óleo em PPM. O histograma ao lado (figura 6) mostra os resultados de conteúdo de água em óleo isolante em PPM em 7 laboratórios diferentes para 3 amostras de óleo. Fica evidente que os erros de avaliação da umidade em amostras existem e que são amplos em magnitude.

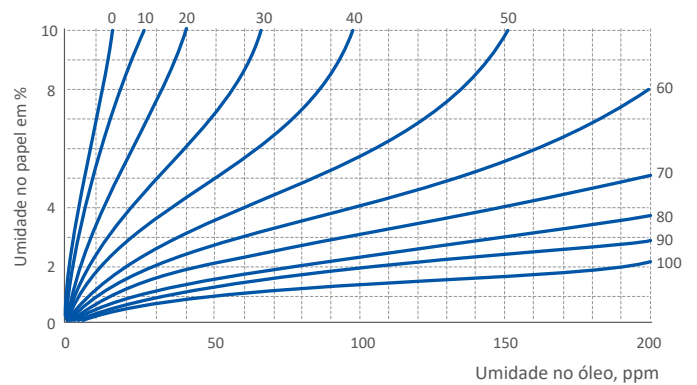


Figura 4. Curvas de equilíbrio de umidade * (Oomen)

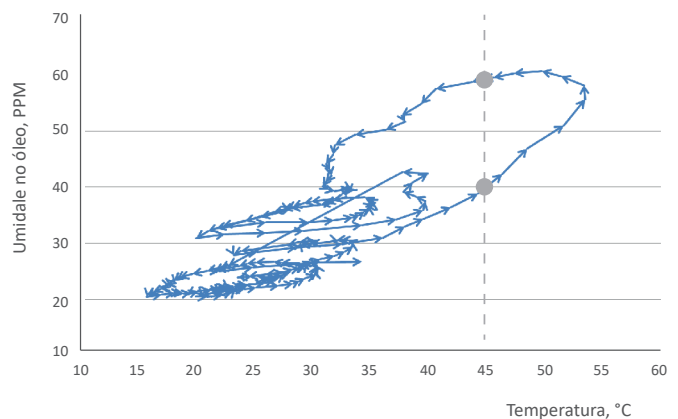


Figura 5. Dinâmica da umidade: histerese **

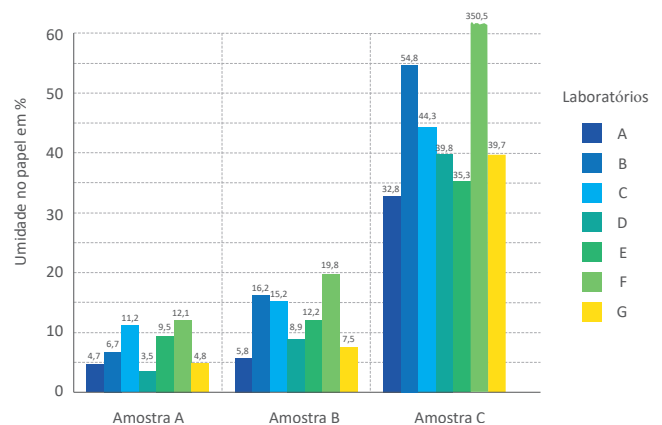


Figure 6. Confiabilidade e Melhorias na Titulação da Água *** pela técnica Karl Fischer

M. Koch1, S. Tenbohlen1, J. Blennow2, I. Hoehlein3*

* CIGRE Moisture measurement and assessment in transformer insulation - evaluation of chemical methods and moisture capacitive sensors, page 74

** Moisture in transformer Oil Behaviour, page 14

*** Reliability and Improvements of Water Titration by the Karl Fischer Technique, page 4

A solução: Avaliação contínua de umidade

1. Sensores de umidade e temperatura imersos no óleo

O sistema de monitoramento de umidade on-line TRANSEC usa sensores de umidade e temperatura MMT162 da VAISALA na entrada e na saída do sistema para monitorar o conteúdo em PPM e a temperatura do óleo que flui através do TRANSEC. Esses dados são transferidos para o sistema de controle TRANSEC

Como os sensores estão imersos em óleo, não há risco de contaminação exterior, e como os sensores são sempre os mesmos, a repetibilidade fica assegurada



VAISALA MMT162

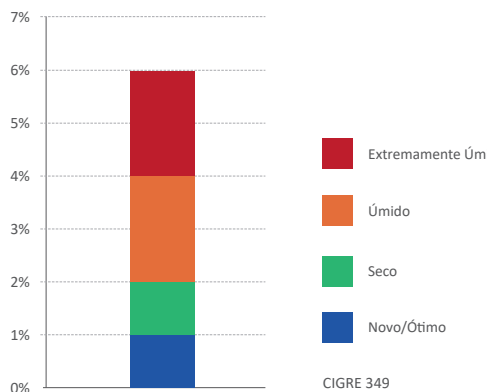


Figura 7. Umidade no papel em %

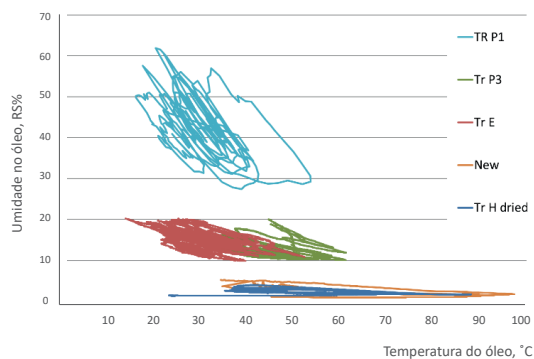


Figura 8. Loops de histerese de % RS vs temperatura transformadores com diferentes níveis de umidade *

* CIGRE Moisture measurement and assessment in transformer insulation - evaluation of chemical methods and moisture capacitive sensors, page 100

2. Medição contínua

Graças à medição contínua do MMT162, o PPM e a temperatura podem ser acompanhados remotamente, permitindo avaliar o nível de umidade no transformador e observar o efeito da secagem.

- Com base nas curvas de Oomen a tendência do conteúdo de água no papel pode ser avaliada (ver figura 7)
- O monitoramento da histerese PPM vs Temperatura permite a observação de seu perfil. Uma banda estreita, abaixo de 20% de umidade mostra um transformador saudável enquanto uma banda de histerese superior a 20% da saturação relativa, TR P1 na figura 8 é sinal de um transformador úmido.

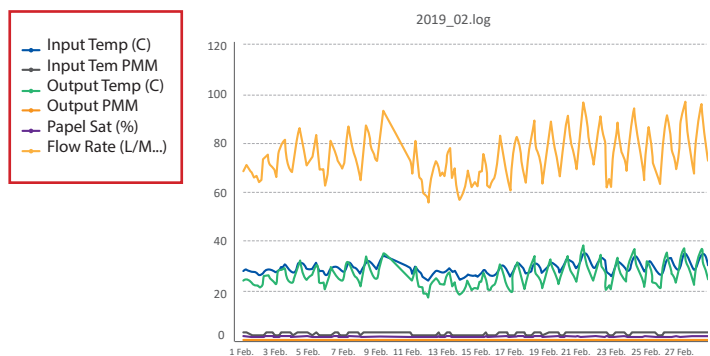


Figura 9. Logs para download do servidor Web Transec

A solução: Avaliação contínua da umidade com monitoramento TRANSEC

- A Streamer / TEXPI oferece 3 tipos de painéis de monitoramento de umidade:
- O tipo básico proporciona a exibição local de umidade em PPM e a temperatura do óleo dos dois sensores VAISALA MMT162. Esses dados também podem ser transferidos remotamente através de saídas analógicas de 4-20 mA.
- A versão intermediária é semelhante ao gabinete básico, exceto que os dados são transferidos através de fibra óptica
- Finalmente, a versão completa conta com um servidor web integrado, oferecendo visão e análise abrangentes da situação de umidade no transformador. Também é possível acessar os dados remotamente, salvá-los e definir alarmes. Os dados ficam disponíveis localmente no visor ou remotamente através de uma conexão RJ45 ou Ethernet

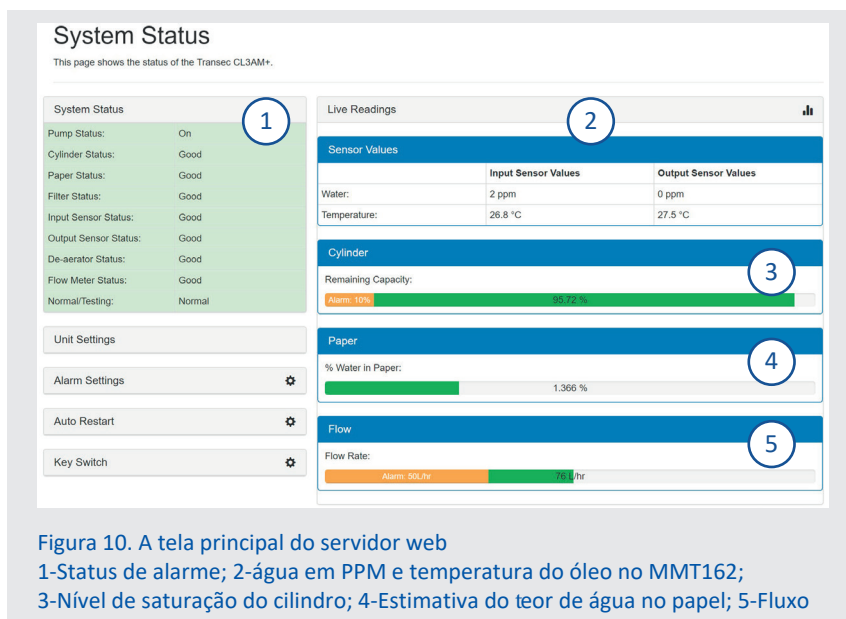


Figura 10. A tela principal do servidor web
1-Status de alarme; 2-água em PPM e temperatura do óleo no MMT162;
3-Nível de saturação do cilindro; 4-Estimativa do teor de água no papel; 5-Fluxo

Figura 11. Painel de monitoramento servidor Web

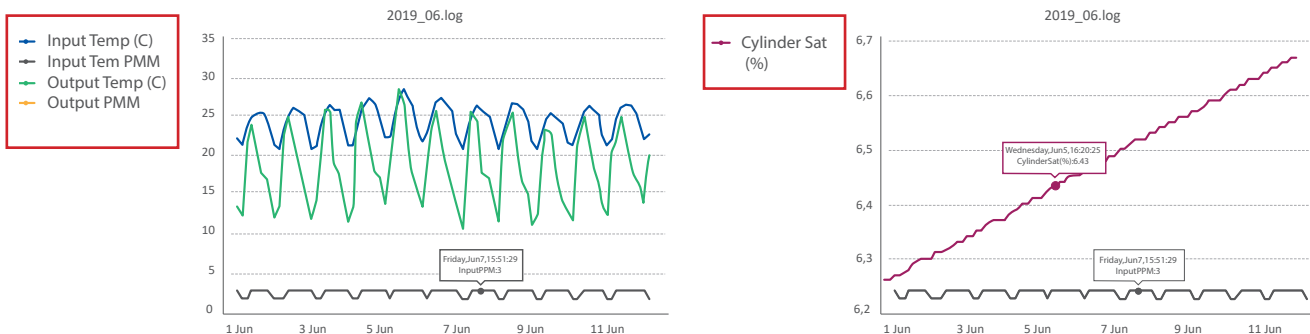


Figura 12. Exemplos de logs disponíveis no servidor web:
Esquerda: Valores de umidade em PPM e temperatura do óleo de entrada e saída de uma unidade Transec
Direita: a porcentagem de saturação do cilindro em 2 semanas

O que fazer quando os cilindros de extração de umidade estão saturados?

A primeira coisa a fazer é entrar em contato com a TEXPI Equipamentos Ltda., representante local da Streamer Electric AG no Brasil. A TEXPI mantém um estoque de cilindros prontos para entrega imediata.

As unidades TRANSEC podem extrair de 3 a 4 litros de água por cilindro antes da saturação. A taxa de extração está diretamente ligada à quantidade de água disponível no transformador. Quanto maior teor de umidade e quanto mais quente o óleo, mais rápida será a extração. Você poderá, ao lado encontrar os tempos típicos de saturação.

A saturação do cilindro pode ser determinada pelo Sistema de monitoramento TRANSEC ou por comparação direta entre o teor em PMM de água em 2 amostras de óleo (entrada e saída).

Um conjunto de cilindros saturados são substituídos com o transformador energizado dentro de 30 min.

Características

	Tempo típico para extração de 10 litros de água
Transformador novo teor de água <1%	5 anos
Transformador velho / úmido teor de água >3%	6-12 meses
Transformador moderadamente úmido teor de água = 2%	2 anos

Possíveis acessórios para uma unidade Transec:



PRÉ-FILTRO

Um pré-filtro adicional pode ser instalado no caso de um transformador com borras contidas para extrair impurezas sólidas do óleo do transformador antes de entrar nos cilindros.



CABINE

Na exigência de especial proteção e estética, um gabinete de metal feito de alumínio ou aço inoxidável aço pode ser instalado.



VÁLVULA DE CORTE RÁPIDO

No caso de um vazamento detectado por um sensor de pressão, o circuito de controle desliga a bomba, fechando simultaneamente a válvula solenóide, fechando assim a entrada do TRANSEC.

Guia de seleção de produtos

CÓDIGO TRANSEC	T	R	.	C	L	.	X	X	X	X	X	X	X	.	i	
Quantidade de Cilindros	1 cilindro (capacidade de extração de 4 litros de água)						1									
	3 cilindros (capacidade de extração de 12 litros de água)						3									
Monitoramento	Sem monitoramento						0									
	Monitoramento por display local: PPM, Temperatura & %RS; Alarmes						A									
	Monitoramento por display local: PPM, Temperatura & %RS; Alarmes; Analytics; Saturação dos Cilindros; Automaç						W									
Tipo de Bomba	Grundfos UPS2 - capacidade de 70 a 90 litros por hora								U							
	Midland TC500 - Capacidade de 400 a 500 litros por hora								T							
Arranjo de Montagem	Montagem no tanque do transformador, sem estrutura suporte										0					
	Estrutura suporte versão v1 - para fixação por parafusos no solo										1					
	Estrutura suporte versão v2 - autoportante										2					
Tensão de Alimentação	50Hz 240VAC												5			
	60Hz 120VAC ou 220VAC												6			
Tipo de Óleo nos Cilindros	Óleo Naftênico não inibido conforme IEC 60296												U			
	Óleo naftênico inibido conforme IEC 60296												I			
	Outro (necessário especificar)												O			
Filtros	2 (dois) filtros padrão: Na entrada 3 microns e na saída do óleo 10 microns														0	
Versão															i	

Monitoramento

TR.MT.00AM.0I.WW	Monitoramento por display local: PPM, Temperatura & %RS; Alarmes
TR.MT.00WS.0I.WW	Monitoramento por display local: PPM, Temperatura & %RS; Alarmes; Analytics; Saturação dos Cilindros; Automação
TR.SR.MONI.UP.WW	Serviço de Instalação do painel de monitoramento

Opções de Comunicação

TR.MT.RTGS.00.WW	Roteador GSM (2G,3G and 4G(LTE))
TR.AC.GTW.61850	Adição de Gateway padrão IEC 61850 no painel de monitoramento (Conversão de MODBUS TCP para IEC - Saídas TCP ETHERNET e FIBRA ÓTICA)

Acessórios

TR.AC.NCYL.03.OI	3 novos cilindros versão i + 2 (dois) filtros de partículas para substituição
TR.AC.KIT.00.WW	Kit de instalação: 2 (dois) acoplamentos macho, 1 (uma) redução T, 1 (um) acoplamento em bronze, 3 metros de tubos de cobre, 1 (uma) válvula unidirecional, 2 (duas) barras de tubo de aço inoxidável 15mm recozido.
TR.AC.KIT.01.WW	Kit de instalação com 2 (duas) mangueiras flexíveis com capa trançada em fios de aço inoxidável (7m e 10m)
TR.AC.ENCL.S1.OI	Painel em aço inoxidável para o TRANSEC CL1
TR.AC.ENCL.S3.OI	Painel em aço inoxidável para o TRANSEC CL3
TR.AC.FLAN.15.WW	Flanges para instalação DN15
TR.AC.FLAN.25.WW	Flanges para instalação DN25
TR.AC.FLAN.50.WW	Flanges para instalação DN50
TR.AC.FLAN.00.WW	Flanges especiais para instalação (especificar o tamanho)
TR.AC.LEAK.00.WW	Bandeja de detecção de vazamento e sensor*
TR.AC.GGAU.00.WW	Visor de vidro transparente no deaerador
TR.AC.RLVL.00.WW	Alarme de nível - contato seco - no deaerador*
TR.AC.SLSV.0I.WW	1 (uma) valvula solenóide de entrada controlável*
TR.AC.HTCA.00.WW	Resistor de aquecimento para o painel de monitoramento

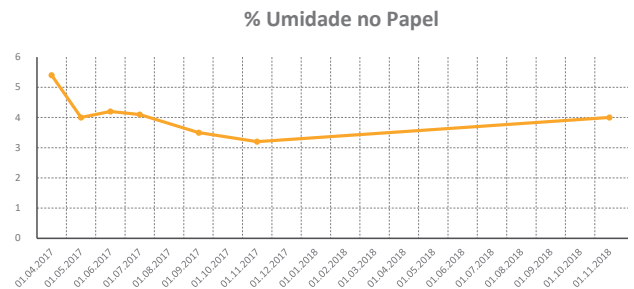
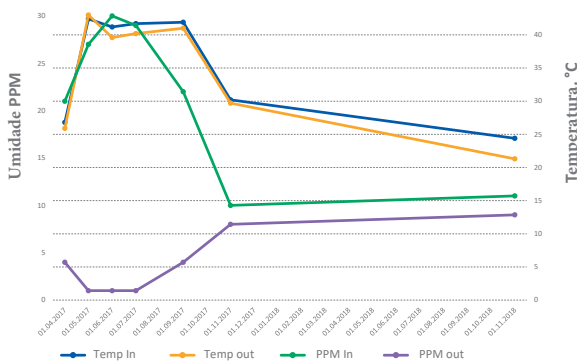
* Somente disponível na versão de monitoramento tipo W

Serviços

TR.SR.REGE.03.WW	Regeneração de 3 cilindros
TR.SR.SINS.00.WW	Supervisão da instalação
TR.SR.INSPE.00.WW	Inspeção do transformador
TR.SR.MONI.UP.WW	Serviço de montagem do painel de monitoramento
TR.SR.MODI.00.WW	Serviço de modificação no produto

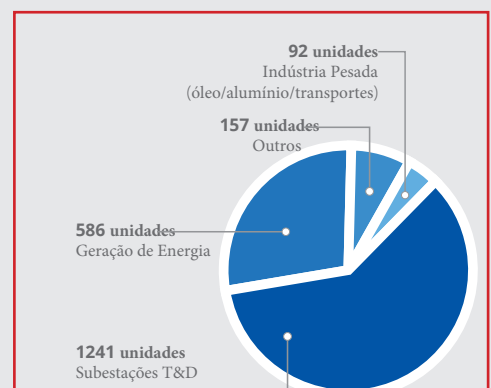
Mais de 15 anos de experiência bem sucedida

A primeira unidade TRANSEC foi instalada em novembro de 2017 em um transformador de força tripolar 40MVA General Electric na região de Damman, Arábia Saudita. Este transformador 115/13,2kV da década de 1970 tinha um alto teor de umidade no papel isolante (acima de 5%) e precisava de secagem urgente. Após instalado, o TRANSEC começou a remover a umidade do óleo imediatamente, proporcionando o efeito positivo de aumentar o valor da tensão disruptiva do óleo. Em seguida, a água começou a ser extraída do papel isolante assim que o óleo se secou completamente após algumas semanas. Após o primeiro ano em operação, pode-se ver nos gráficos abaixo que o teor em PPM na entrada e o conteúdo de água estão caindo. Dentro deste ano o teor de água no papel isolante caiu de 5% para cerca de 3% (teor muito mais aceitável). Pode-se verificar também que durante o segundo ano de operação os teores em PPM tanto da entrada como da saída estão quase iguais, sinal de saturação dos filtros TRANSEC. Isto é confirmado pelo teor de água que cresce de novo a 4% ao fim do segundo ano. Os cilindros saturados TRANSEC são então substituídos por novos e recomeçam o processo de filtragem e secagem. Eles extraíram cerca de 12 litros de água deste transformador em 1 ano.



2076 unidades instaladas até o final de 2017

Principais Clientes:





TEXPI Equipamentos Ltda. - Distribuidor autorizado Streamer Electric AG no Brasil
Rodovia Raul de Azevedo Macedo, 10.002
Campo Largo - Paraná
CEP 83.648-000
Tel: +55-41-3393-2122
www.texpi.com.br

Streamer Electric AG, HQ

Masanserstrasse 17
CH-7000
Chur, SWITZERLAND
Phone: +41 81 2500525

office@streamer-electric.com
www.streamer-electric.com

Streamer Asia-Pacific

Asoke Towers- The Pride, Room 203
219/2 Sukhumwit 21, Asoke
Klong Toel Nua, Wattana
10110 Bangkok, THAILAND
Phone: +66 (0)2 1209600

Streamer China

You Town Center Block A
Chaoyang Qu,
Beijing Shi, CHINA
Phone: +86 8565 1663

Streamer Indonesia

Wilson Walton Building
Jl. Raya Tanjung Barat 155 Jagakarsa,
Jakarta, INDONESIA
Phone: +62 21 7884 0737

Streamer Electric AG

Publishing date: 20.12.2019