



streamer®
keeping the light

TRANSEC

CL series

Control de Humedad en línea
& Soluciones de Secado
para Transformadores
aislados en aceite

2020



El problema: La humedad está amenazando el transformador

La humedad es una de las principales causas de las fallas de los transformadores de potencia y uno de los principales factores de degradación del papel aislante. Esto, hace que aumente el riesgo de que la operación fracase y además de acortar el tiempo útil del activo.

Lamentablemente, la humedad que puede aparecer en el transformador es proveniente de varias fuentes ya sean externas o internas y tiene una dinámica compleja entre el aceite y papel dentro del transformador.

El uso de respiraderos de gel de sílice, tanques precintados o mantas de nitrógeno pueden evitar toda o al menos la mayor parte de la humedad de la atmósfera que afecta al transformador. Sin embargo, cuando el transformador está activado, la producción de agua dentro del transformador de potencia es una ocurrencia natural e inevitable que empieza a suceder con el tiempo debido a la depolimerización del papel de celulosa.



Efecto en la seguridad:

Como se muestra en la figura 1, cuanto mayor sea la saturación relativa del agua, menor será la tensión de ruptura (BDV) del aceite. Como el agua se desplaza entre los sólidos y líquidos en un transformador de aislamiento con los cambios en la carga y por tanto en la temperatura, también lo hace la relativa saturación de agua en el aceite. Los picos de saturación relativa son usualmente observados durante los cambios de estado de los transformadores (de alta a baja temperatura o viceversa). La reducción de la humedad es por lo tanto un esfuerzo clave que se debe llevar a cabo para aumentar la seguridad, especialmente para transformadores con cambios de carga breves y frecuentes.

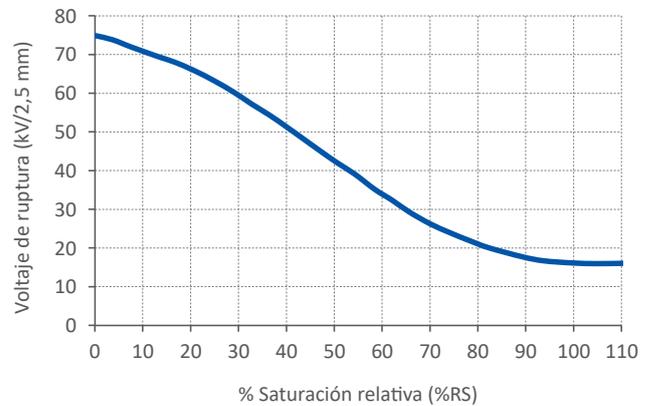


Figura 1. dependencia entre el voltaje de ruptura y el contenido de agua en el líquido aislante *



Efecto sobre la vida útil del transformador:

La resistencia mecánica del papel de aislamiento se define por el grado de polimerización, también llamado por sus siglas en inglés DP, que representa la longitud media de las cadenas de celulosa en el papel. Un transformador nuevo tiene típicamente un DP entre 1200 y 1000, y se entiende que es el final de su vida útil cuando su DP declina a 200. Esta obsolescencia no puede ser detenida, pero su velocidad dependerá del contenido de agua en papel (véase la figura 2).

En el folleto CIGRE D1.01.10 (2007) "Fallou mostró que el índice de degradación del papel a un valor inicial de 4% de contenido de agua era 20 veces más alto que con 0.5% de contenido de agua."

La humedad está teniendo un gran efecto en la velocidad con que el papel se degrada y por lo tanto en su ciclo de vida útil.

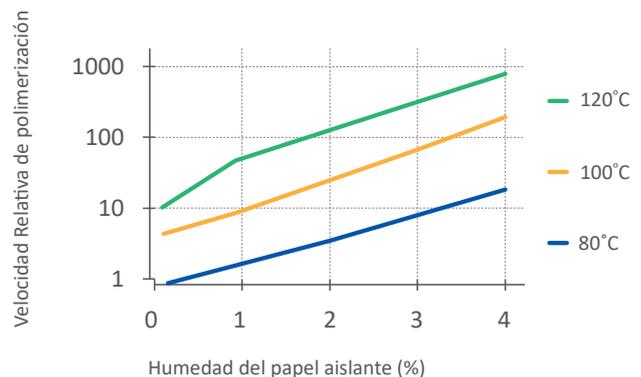


Figura 2. Dependencia de la rapidez de depolimerización de celulosa del contenido de humedad en el papel aislado para diferentes temperaturas **

* Medición de humedad CIGRE y evaluación de transformador de aislamiento - evaluación de métodos químicos y sensores de humedad capacitivos, página 10
 ** Medición de humedad CIGRE y evaluación de transformador de aislamiento - evaluación de métodos químicos y sensores de humedad capacitivos, página 14

La solución: Mantener el transformador seco por medio de la filtración continua.

Mantener un nivel bajo de humedad en el transformador proporciona ventajas significativas en términos de operaciones y disminución de riesgo en la medida en que mantiene un alto nivel de aislamiento constante. Por lo tanto, es posible cargar el transformador a un nivel alto y hacer que esta carga varíe sin correr el riesgo de averiar el transformador.

También tiene subsiguientes beneficios financieros, ya que alarga la vida útil del activo al ralentizar la degradación del papel. Esta degradación empieza a crear partículas o incluso sedimentos. Finalmente la humedad también es responsable de la creación de ácidos en el aceite. Por lo tanto, mantener un nivel bajo de humedad reducirá los costos de mantenimiento.

Para lograr eliminar la humedad de un transformador solo es eficiente la filtración continua.

Cuando se crea continuamente humedad - y es una de las principales causas de preocupación en relación a la seguridad y la vida útil del transformador-, parece contradictorio aplicarle una solución temporal a este problema continuo.

También es importante señalar que más del 98% del agua en un transformador se encuentra en el papel mientras que una cantidad muy baja está disuelta en el aceite. El tiempo de difusión del agua desde el papel hacia el aceite es muy lento. Esta es la razón por la que las filtraciones puntuales no están solucionando el problema de humedad.

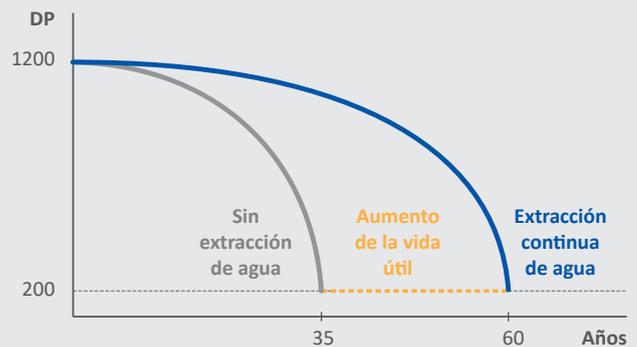


Figura 3. Beneficios del sistema de secado continuo

	Filtración de aceite	Secado por baja frecuencia (LFH) o método similar	Sistema de secado en línea
Tipo de solución	Temporal	Temporal	Continua
Transformador en funcionamiento durante el proceso	Evaluación del riesgo del usuario (flujo de aceite >500l por hora)	NO	SÍ
Seca el aceite	SÍ	SÍ	SÍ
Seca el papel	NO	SÍ	SÍ
Mejora la tensión de ruptura	Temporalmente (meses)	SÍ	SÍ
Amplía la vida útil	NO	SÍ	SÍ
Gases disueltos nivel mantenido	NO	NO	SÍ
Proceso libre de operadores	NO	NO	SÍ
Costo	\$	\$\$\$	\$

La solución: Sistema de secado en línea TRANSEC



1. Salida a transformador
2. Purgador
3. Válvula de muestreo de salida
4. Salida PPM/sensor de temp
5. Filtro de partículas en fila
6. Válvula de purga de aire intermedia
7. Conexión para liberación rápida
8. Cilindros de extracción del tamiz molécul
9. Caja de monitoréo de humedad - opcional
10. Salida de válvula de purga de aire
11. Pre-filtro de partículas- opcional
12. Entrada PPM/sensor de temperatura
13. Indicador de flujo de aceite
14. Bomba
15. Entrada de válvula de muestreo
16. Entrada desde el transformador
17. marco (estructura) opcional



El sistema de secado en línea TRANSEC emplea tamices moleculares con el fin de extraer la humedad del aceite. Estos gránulos (no químicos) contienen muchos poros de 3 angstrom de diámetro que es el tamaño exacto para atrapar las moléculas de agua. De esa manera otros componentes tales como gases y moléculas con mayor o menor diámetro no son filtrados por estos tamices.

	CL1	CL3
Tamaño recomendado para el transformador	Por debajo de 10 MVA	10 MVA y superior
Capacidad de extracción de agua antes de cambiar el cilindro	De 3 a 4 litros	De 10 a 12 litros
Flujo del agua	De 60 a 90 litros por hora	
Filtro para Partículas	10 micras; 5 micras como opción	
Material	Acero inoxidable de grado 304	
Rango de temperatura del aceite	0°C to 105°C	
Condiciones ambientales aceptables	0°C a 80°C (por debajo de 0 ° por favor consúltenos)	
Clase de protección	IP55	
Suministro eléctrico	240V 50Hz o 110V 60Hz	
Bomba	Bomba de circulación para motor encapsulado. Corriente máxima de 0.8 a @240V y 1.5A @110V Empaquetaduras de nitrilo BA70	
Seguimiento	Disponibile como opción. Consulte página 7	
Tamaño	1950 x 455 x 320	1950 x 705 x 320
IPeso de instalación (incluyendo cilindros)	90 kg	170 kg
Tiempo de instalación	De 5 a 6h con 2 personas	
Prueba del tipo de fabricación	3 bares de presión de @ a 110°C durante 1h	
Prueba de rutina de fabricación	2 bares de presión de @ a 60 °C durante 30 min	

El problema: Evaluar la cantidad de agua en el transformador

1. Más del 98% del agua presente en el transformador está contenida en el papel aislante mientras que menos del 2% se encuentra en el aceite. Desafortunadamente el papel aislante no es de fácil acceso para el monitoreo de los recursos hídricos.

2. La solubilidad del aceite en el agua varía dependiendo de la temperatura del aceite y por lo tanto las PPM también varían. Por eso, no es posible comprobar el valor de ppm para determinar la cantidad de agua en el papel.

3. Si las ppm y la temperatura del aceite son conocidas, existen algunas curvas que se pueden (ver curvas Oomen en la figura 4), a fin de vincular el ppm del agua en el aceite y el contenido de agua en el papel. Pero estas curvas son realmente válidas sólo en el punto de equilibrio el cual generalmente nunca es alcanzado en un transformador en marcha.

4. Como el tiempo de difusión del agua es más rápido desde el papel al aceite que en sentido opuesto, es posible alcanzar en un mismo transformador varios valores muy diferentes de PPM para la misma temperatura del aceite incluso con pocos días de diferencia (véase la figura 5).

5. Como resultado de los puntos anteriores, Tomar una muestra de aceite una o dos veces por año a fin de evaluar humedad del transformador pareciera ser irrelevante.

6. Además, las muestras de aceite pueden contaminarse al momento de hacer el muestreo o en el laboratorio. Como de todos modos el nivel de humedad es muy bajo en aceite, cualquier contaminación (el simple aire del ambiente) afectará el resultado de las PPM de la muestra. El gráfico (figura 6) muestra los resultados del análisis de PPM de 7 diferentes laboratorios para 3 diferentes muestras de aceite. Es evidente que para el análisis de humedad el margen de error es muy amplio.

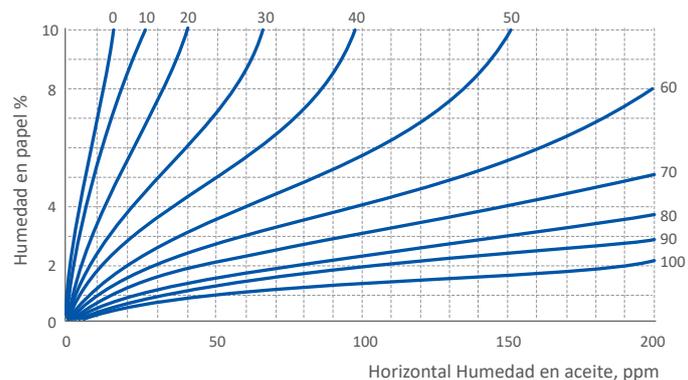


Figura 4. Curvas de humedad de equilibrio* (Oomen)

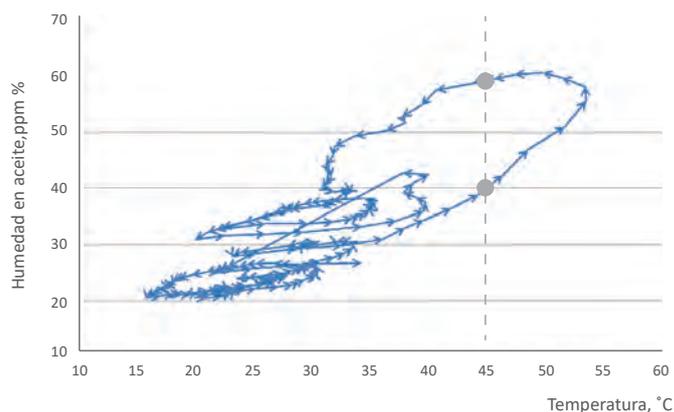


Figura 5. Dinámica de la humedad: Histéresis**

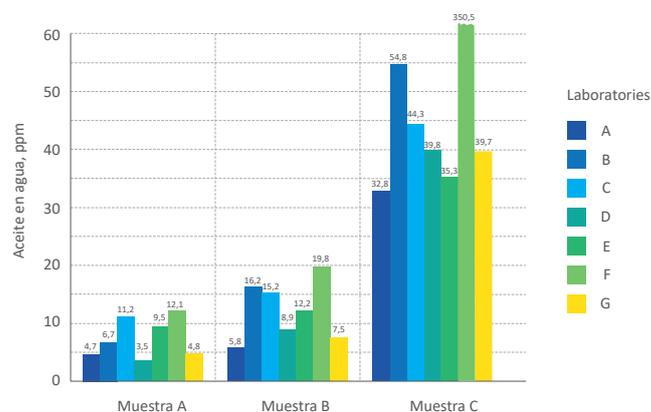


Figura 6. Fiabilidad y Mejoras para la valoración del agua*** usando la técnica de Karl Fischer

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

* Evaluación y medición de humedad CIGRE en transformador de aislamiento - evaluación de métodos químicos y sensores capacitivos para humedad, página 74

** Comportamiento de humedad en el aceite del transformador, página 14

*** Fiabilidad y Mejoras para la valoración del agua usando la técnica de Karl Fischer, página 8

La solución: Evaluación de la humedad continua

1. Sensores de humedad y temperatura en el aceite

El sistema de monitoreo de humedad en línea TRANSEC utiliza los sensores de humedad y temperatura VAISALA MMT162 en la entrada y en la salida del sistema a fin de monitorear las PPM y la temperatura del aceite que fluye a través de TRANSEC. Estos datos se transfieren a la caja de monitoreo para que TRANSEC realice el análisis..

Como los sensores son sumergidos en aceite no hay riesgo de contaminación externa y como los sensores no están cambiando, la repetibilidad está garantizada.



VAISALA MMT162

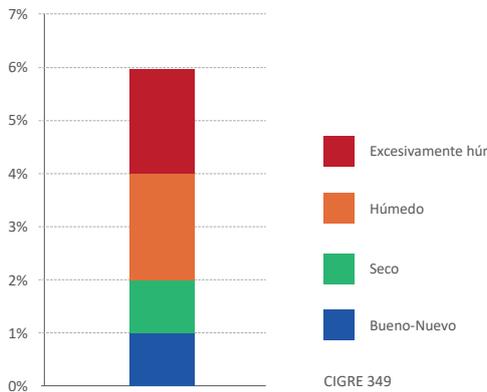


Figura 7. Contenido de agua en el papel en %

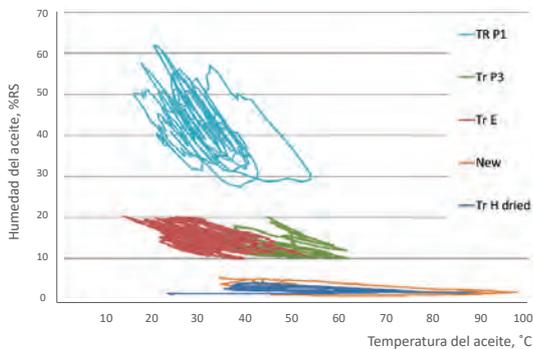


Figura 8. Ciclo de histéresis de %RS vs temperatura en los transformadores con diferente nivel de humedad*

* La evaluación y medición de humedad CIGRE en transformador de aislamiento - evaluación de métodos químicos y sensores de humedad capacitivos, página 100

2. Verificación continua

Gracias a la constante de muestreo en el MMT162, las PPM y la temperatura pueden ser monitoreadas de forma remota desde el servidor web, lo que permite evaluar el nivel de humedad en el transformador y observar el efecto de la filtración.

- Basándose en el cálculo de la curva Oomen la tendencia del contenido de agua en el papel puede ser monitoreado (véase la figura 7)
- La supervisión de la PPM vs la histéresis de temperatura permite la observación de su forma. Una forma estrecha por debajo del 20% de humedad muestra un transformador en buen estado mientras una amplia histéresis que exceda el 20% de saturación relativa TR (P1) como en la imagen a continuación, es una señal de un transformador con humedad.

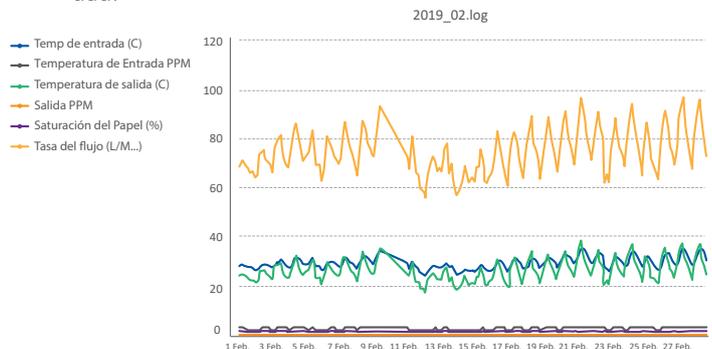


Figura 9. Registros descargables Transec webserver

La solución: Evaluación continua de humedad con TRANSEC monitoring (monitoreo)

Streamer ofrece 3 tipos de dispositivos (gabinetes) para el monitoreo de la humedad:

- El versión más básica tiene una pantalla local que muestra las PPM de humedad y la temperatura del aceite desde dos sensores VAISALA y MMT162. Estos datos también se pueden transferir de forma remota a través de salidas analógicas de 4-20 mA.
- La segunda versión es similar al dispositivo previo, excepto que los datos se transfieren a través de fibra óptica.
- Por último, el dispositivo más avanzado, tiene un servidor web integrado que ofrece una visión completa y un análisis de la situación de humedad dentro del transformador. También es posible acceder a los datos de forma remota, guardarlos y crear alarmas. Los datos se pueden acceder directamente desde la pantalla o de forma remota a través de una conexión RJ45 o Ethernet.

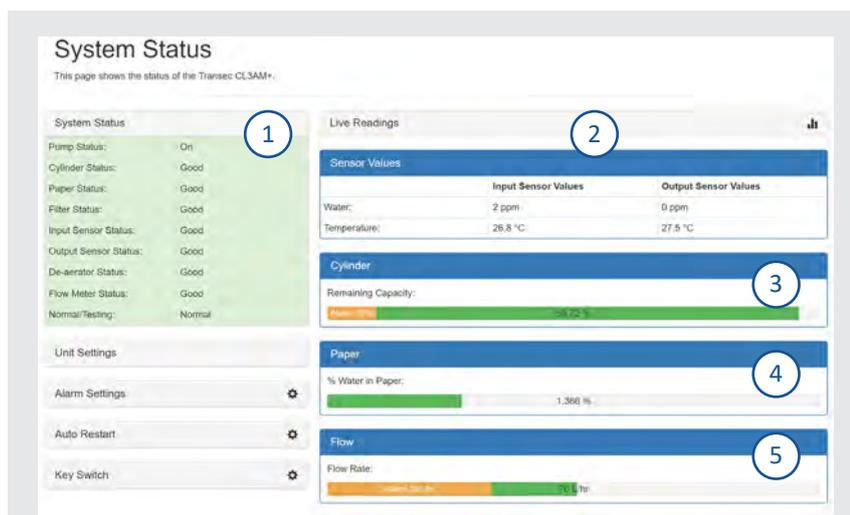


Figura 10. La pantalla principal del Webserver (servidor web)
1-El estado de la alarma; 2- Ppm del agua y temperatura del aceite desde MMT162; 3- Nivel de Saturación de cilindros; 4- Est. Contenido de agua en el papel; 5- Medición del flujo;



Figura 11. Gabinete de monitoreo del webserver (servidor web)

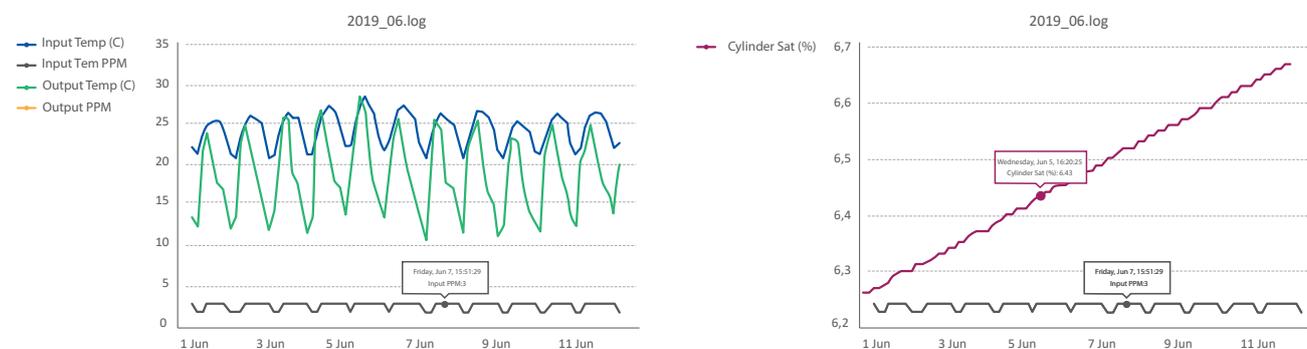


Figura 12. Ejemplos de registros disponibles en el servidor web:
Izquierda: Los valores de las ppm de humedad y temperatura del aceite de la entrada y salida de una de las unidades de la derecha de Transec; Porcentaje de saturación del cilindro durante 2 semanas.

¿Qué hacer cuándo los cilindros de extracción de la humedad están saturados?

La primera cosa que debe hacer es ponerse en contacto con su representante local de Streamer Electric AG. Streamer hace esfuerzos continuos por encontrar empresas cerca de usted con el fin de proveerle soporte técnico de manera eficiente. Los representantes locales tienen un stock de cilindros listos para que le sean proporcionados.

Las unidades TRANSEC normalmente pueden extraer entre 3 a 4 litros de agua por cilindro antes de saturarse. La tasa de extracción está directamente relacionada con la cantidad de agua disponible en el transformador. Entre más humedad y más caliente esté el aceite, más rápida será la extracción. Usted puede encontrar el tiempo de saturación de típico a continuación.

La saturación del cilindro puede determinarse bien sea mediante los sistemas de monitoreo de TRANSEC o comparando las PPM de agua en 2 muestras de aceite (entrada y salida).

Características

	Tiempo típico para la extracción de 10 litros de agua
Contenido de agua de un transformador nuevo <1%	5 años
Transformador Antiguo/ Humedad contenido de agua >3%	De 6 a 12 meses
Transformador moderadamente húmedo contenido de agua = 2%	2 años

Un conjunto de cilindros saturados pueden quitarse y reemplazarse por cilindros nuevos mientras el transformador está en operación en línea en un lapso de 30 minutos.

Posibles accesorios para una unidad Transec:



PREFILTRO

Un prefiltro adicional puede ser instalado en caso de hayan lodos /sedimentos pesados en el transformador para extraer las impurezas del aceite del transformador antes de entrar al los cilindros tamices.



ARMARIO

En el requisito de protección especial y apariencia estética, una carcasa metálica de aluminio o acero inoxidable puede ser instalada en la cubierta de la unidad.



VÁLVULA DE CIERRE

En caso de fuga detectada por un sensor de presión, el circuito de control de la bomba cierra la electroválvula solenoide y de esta manera se cubre la conexión del tubo de entrada con la unidad TRANSEC.

Guía De Selección De Producto

UNIDAD TRANSEC	TR. CL.	X	X X	X	X	X	X	.	0
Cantidad de cilindros	1 cilindro (4 litros de extracción de agua)	1							
	3 cilindros (12 litros de extracción de agua)	3							
	3 cilindros (12 litros de extracción de agua)- Webserver (servidor web) listo	W							
Seguimiento	Sin vigilancia (monitoreo)		0 0						
	Con pantalla local de vigilancia y la salida analógica de vigilancia		A M						
	Con pantalla local y fibra óptica IEC61850		F O						
	Monitoreo con pantalla local, Ethernet y Webserver IEC 61850*		W S						
Marco (estructura)	Sin marco (estructura). instalación de un transformador o en un marco de pared para ser atornillado al suelo.				0				
	marco (estructura) «soporte independiente» sin atornillado				1				
					2				
Bomba/Suministro eléctrico	50Hz 240VAC					5			
	60Hz 120VAC					6			
Aceite al interior de cilindros	aceite nafténico IEC 60296 sin restricciones,						U		
	aceite nafténico IEC 60296 con restricciones,						I		
	otro aceite (especifique)						O		
Filtros	Filtro estándar en línea de 10 micras								0
	IDLD SS filtro en línea de 10 micras								1
	IDLD SS filtro en línea de 10 micras + PALL UR219 prefiltro de 5 micras								2
	Estándar filtro en línea de 10 micras + prefiltro de 5 micras en línea PALL UR219								3
Versión									0

* Solo disponible para productos listos para servidores web

UNIDAD DE SUPERVISIÓN

TR.MT.00AM.00.WW	Caja de control AM con salidas analógicas y visualización local
TR.MT.00FO.00.WW	Monitoreo con pantalla local IEC61850 y de fibra óptica
TR.MT.00WS.00.WW	Monitoreo con pantalla local, Ethernet y Webserver IEC 61850*
TR.SR.MONI.UPWW	Servicio de instalación de la caja de control

ACCESORIOS

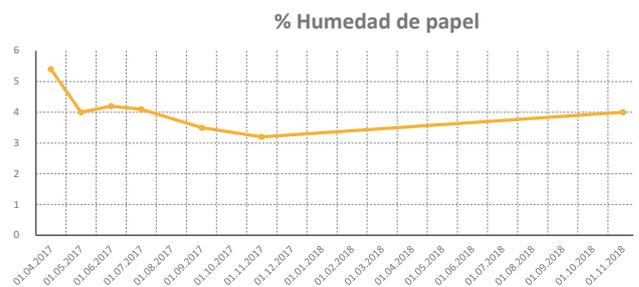
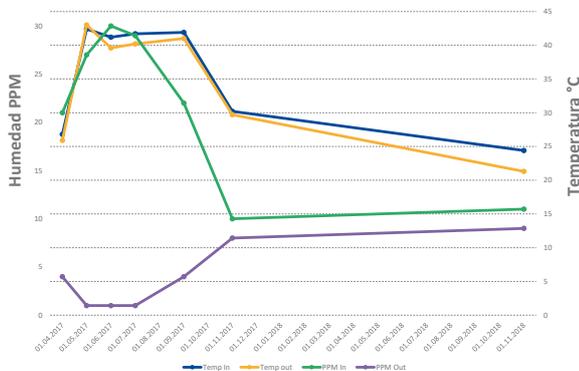
TR.AC.NCYL.03.WW	3 cilindros nuevos
TR.AC.IKIT.00.WW	Kit de instalación: 2 x pernos de acoplamiento machos, 1x T reductora, 1x t perno de acoplamiento de latón, tubo de cobre de 3 m, 1x válvula de retención, 2x2 m de tubo SS 15 mm templado en frío
TR.AC.FLAN.15.WW	Bridas para instalación DN15
TR.AC.FLAN.25.WW	Bridas para instalación DN25
TR.AC.FLAN.50.WW	Bridas para instalación DN50
TR.AC.FLAN.00.WW	Bridas para instalación (tamaño a especificar)
TR.AC.GGAU.00.WW	Vaso medidor en desaireador*
TR.AC.SLSV.00.WW	Válvula de cierre
TR.AC.ENCL.AL.WW	Carcasa de aluminio

SERVICIOS

TR.SR.REGE.03.WW	Regeneración de 3 cilindros
TR.SR.SINS.00.WW	Supervisión de instalación
TR.SR.INSPE.00.WW	Inspección de transformadores
TR.SR.MONI.UPWW	Servicio de instalación de la caja de control
TR.SR.MODI.00.WW	Servicio de modificación de producto

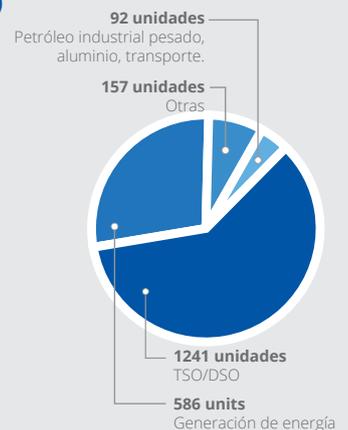
Más De Quince Años De Experiencia Exitosa

Una de las unidades TRANSEC fue instalada en noviembre de 2017 en una estación de General Electric con 40 MVA para transformadores de 3 fases en la región de Dammam, en Arabia Saudí. Este transformador 115kV/13,2kV desde la década de 1970 había alcanzado un muy alto contenido de agua en papel (por encima del 5%) y necesitaba urgentemente de secado. Una vez instalado el TRANSEC se empezó a disminuir la humedad del aceite inmediatamente. Esto generó un efecto positivo en el desglose del valor de voltaje. En un segundo paso, el agua empezó a ser extraída del papel en la medida que el aceite empezó a secarse justo después de unas pocas semanas. Durante el primer año, como se puede ver en los 2 gráficos que el PPM de entrada y el contenido de agua estaba disminuyendo. Dentro de ese año, el contenido de agua en el papel pasó de 5% a alrededor de un 3% (un nivel mucho más aceptable). También podemos ver que durante el segundo año de funcionamiento, los valores de entrada y salida de PPM se aproximó a lo que era un signo de saturación de agua en la unidad Transec. Esto fue confirmado por el hecho que el contenido del agua volvió a aumentar a 4% al final del segundo año. Los cilindros de extracción TRANSEC saturados fueron sustituidos por otros nuevos, a fin de reiniciar el proceso de filtrado. Se extrajeron unos 12 litros de agua de aquel transformador dentro de 1 año.



2500 Unidades instaladas a inales de 2019

Principales Clientes:



**Streamer Electric AG,
Head Quarters (Oficina Principal)**

Masanserstrasse 17
CH-7000
Chur, SUIZA
Teléfono: +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, TAILANDIA
Teléfono: +66 (0)2 1209600

Streamer China

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

Streamer Indonesia

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

Streamer Electric AG

Fecha de publicación: 20.09.2019