

SISTEMA DE CONTROL Y MANEJO DE HUMEDAD EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA *DryKeep™*

1.1 INTRODUCCIÓN

Muchos factores determinan la expectativa de vida de un transformador. Uno de estos factores, el contenido de humedad dentro del transformador, tiene un impacto significativo en su envejecimiento, especialmente en el envejecimiento del papel aislante. La reducción de la humedad y la prevención de la migración de humedad al transformador, ha llamado la atención de compradores y personal de mantenimiento de transformadores. La Humedad en el Aceite de un transformador también tiene un efecto perjudicial al disminuir la resistencia dieléctrica del mismo, provocando un rompimiento en el aislamiento eléctrico. La mayor parte de la humedad se localiza en el papel aislante y el resto se encuentra disuelto en el aceite.

A diferencia de otros sistemas existentes con métodos de secado rápido que, el sistema DryKeep desarrolla una función continua, pro-activa, de manejo de humedad, disminuyendo en forma efectiva el proceso de envejecimiento. Por consecuencia, el sistema DryKeep tiene menor impacto dramático sobre el transformador, ya que purifica el aceite en forma segura mientras el transformador opera bajo carga.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DryKeep

El sistema consiste en recircular continuamente el aceite del transformador, el cual es secado mediante la absorción de la humedad por el material granular absorbente contenido en los cilindros. El aceite es recirculado a través del sistema de 3 cilindros por una pequeña motobomba encapsulada sin calentarlo y sin modificar las condiciones de temperatura o presión del transformador y no altera los resultados de los demás gases disueltos en el aceite.

Coples hidráulicos de conexión rápida son utilizados para conectar los cilindros a la tubería de trabajo. Las soldaduras son verificadas mediante penetración de tinta y presión para checar fugas. Los cilindros, tubería, válvulas, desaereador, y la estructura están fabricados en acero inoxidable tratado con chorros de arena para darle el acabado gris mate.

Posee un indicador de flujo rotativo, está equipado con un filtro de partículas 10 para prevenir la introducción de éstas al transformador, pero es muy pequeño para que actúe como eliminador de lodos. Si el transformador tiene lodos o sedimentos, estos deberán de ser removidos con un sistema de pre-filtrado.

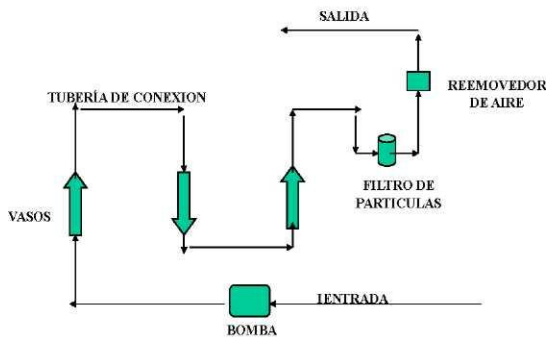
La bomba centrífuga es del tipo motor encapsulado sin sellos en el eje para evitar fugas de aceite al ambiente. El diferencial de presión de la bomba es limitado a 70 kPa (10 psi). La máxima temperatura de operación de la bomba es de 110°C. El flujo típico de la bomba es de 1.0 lts / min dependiendo de la viscosidad del aceite. Requiere una alimentación eléctrica de 220 VAC, 60 Hz, 1 Fase.

El sistema DryKeep se puede instalar sobre, o a un lado del transformador , en alguna estructura o pared, se recomienda instalar la unidad a 60 cms de la tierra. A esta altura el mantenimiento y reemplazo de cilindros se facilita.

Para una correcta operación es necesario colocar los cilindros de absorción de humedad en posición vertical, como se indica en el diagrama de flujo.

DryKeep es conectado con tubería de cobre o acero inoxidable ya sea rígida o flexible, generalmente entre las válvulas de llenado y drenado del transformador, asegurando que la distancia entre éstas sea cuando menos de 2.15 mts

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DryKeep



1.3 OPERACION DEL SISTEMA DryKeep

DryKeep es un sistema que remueve la humedad continuamente del aceite del transformador mediante el desequilibrio del contenido de humedad entre el papel y el aceite, hasta provocar que la humedad empiece a migrar del papel húmedo al aceite

seco. Este es un proceso continuo que lentamente seca el papel y el aceite del transformador. La migración de la humedad hacia el aceite se reducirá a medida que el contenido de humedad del papel se iguala y se equilibra con el aceite seco. Este proceso es en línea y con el transformador energizado.

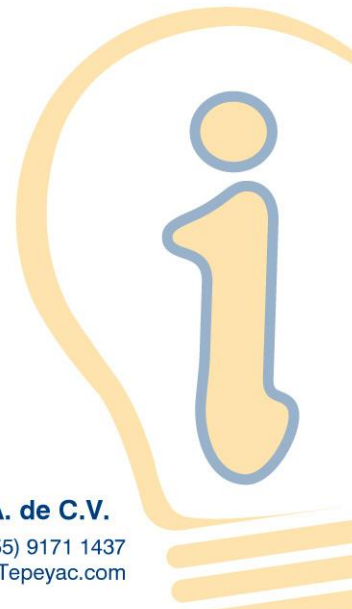
Los métodos tradicionales para remover humedad se enfocan en un rápido secado del aceite del transformador, ya sea cambiando el aceite o secando rápido éste (en unos cuantos días) . Estos métodos solo remueven la humedad en el aceite y el aceite volverá a recuperar su contenido de ésta en un período corto de tiempo. El remover rápidamente la humedad del aceite introduce una condición pronunciada de papel húmedo-aceite seco, que provocará una rápida contracción o encojimiento del papel. El proceso de DryKeep es gradual y con el transformador energizado y puede controlarse que sea más lento, disminuyendo la velocidad de la bomba o apagando el equipo cuando se requiera.

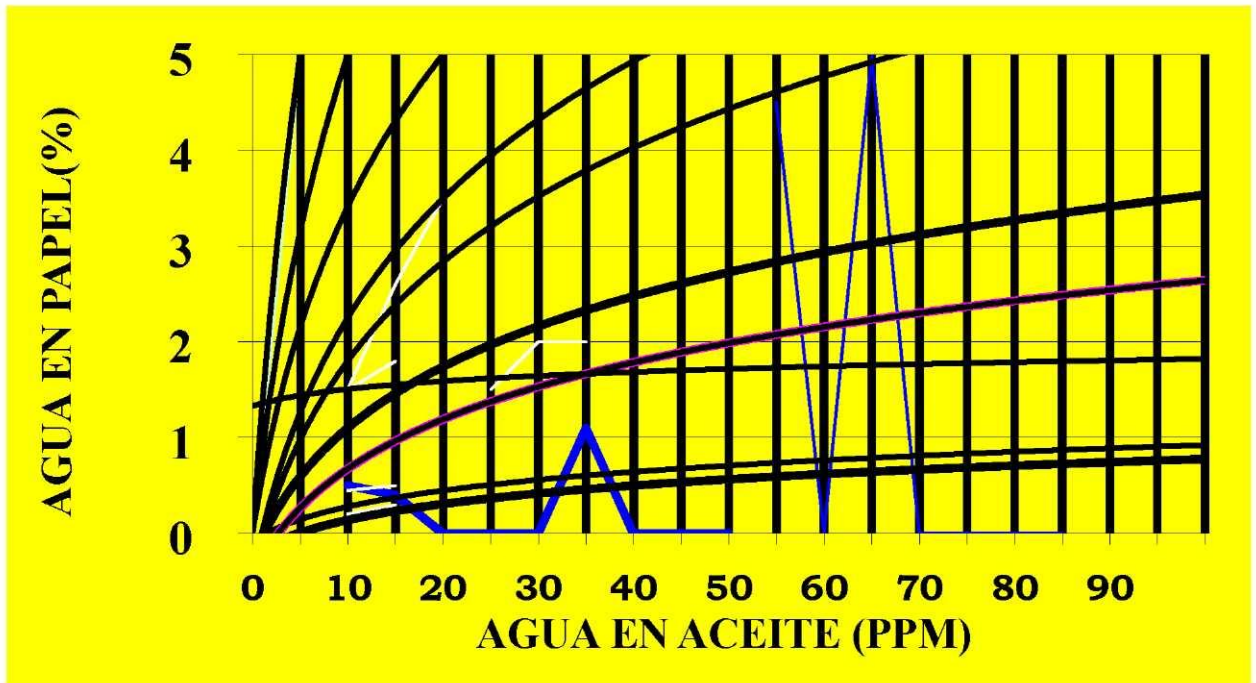
El modelo RT9 (nueve litros de capacidad de remoción de humedad) consiste de tres cilindros o cartuchos idénticos completamente pasivos, para usarse en transformadores de 5 MVA o mayores. Cada cartucho puede remover tres litros de humedad.

Cada cartucho contiene un material absorbente de alta tecnología diseñado para remover el agua disuelta en el aceite que pasa a través del cartucho. Así como la humedad migra del papel al aceite, ésta es suavemente removida por el sistema DryKeep. El sistema es único en el qué, a diferencia de otras técnicas similares de secado, la humedad que es removida no es devuelta hacia el aceite en condiciones de cambios de temperatura normales de servicio.

Antes de instalar Dry Keep, debemos de estimar la cantidad de humedad presente en el aislamiento utilizando los algoritmos desarrollados. Ahora podemos determinar: El número de cambios de cartuchos requeridos

Conocer cuando reducir la tasa de extracción, si es necesario, para evitar reafirmar o apretar las bobinas.





1.3.1 USO DEL SISTEMA Dry Keep EN TRANSFORMADORES

1.3.1.1 ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD (2% O MAYOR)

Transformadores que han estado en servicio por varios años están en esta categoría. El objetivo es el de reducir la humedad a un nivel aceptable y mantener ese nivel. Requiere el reemplazo de cilindros periódicamente dependiendo del contenido de humedad y tamaño del transformador. El transformador deberá ser evaluado para determinar su contenido de humedad total y establecerse un plan de reducción de humedad indicando el tiempo que tardará en secarse y el número de cilindros de reemplazo que requerirá. El proceso de secado deberá monitorearse para valorar el contenido de humedad periódicamente tratando de mantenerlo en 1.3 %. Bajar la humedad menor a 1.3 % podría requerir el tener que reajustar de nuevo las abrazaderas de las bobinas o devanados del transformador después de un secado significativo por el encojimiento del papel aislante. Esto no aplica para transformadores que tienen resortes o guasas con resorte back-to-back .

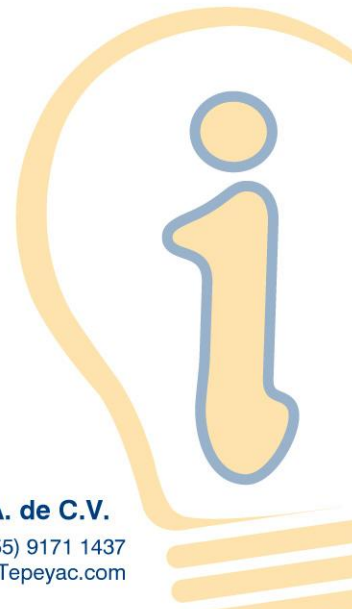
1.3.1.2 BAJO CONTENIDO DE HUMEDAD (MENOR A 0.5 %)

Están dentro de ésta categoría los transformadores nuevos o reconstruidos. El equipo será instalado y puesto en operación para mantener el contenido de humedad en el nivel requerido. El reemplazo de los cilindros no será requerido por algunos años (5 o 6). No es necesario una valoración. Sin embargo el contenido de humedad deberá de monitorearse cuando menos una vez al año. El reemplazo de cilindros deberá de considerarse cuando comience a incrementarse el contenido de humedad. La saturación de los cilindros es fácilmente reconocida cuando el contenido de humedad (ppm) sea igual en la entrada y salida del sistema.

1.4 RESULTADOS

Como resultados obtenemos:

- 1.- La reducción del contenido de humedad presente en el aislamiento del transformador, a niveles de fábrica de 0.5 % si es soportable por el tipo de bobinas, o a un nivel de 1.3 % si el transformador requiere de apretar o reafirmar las bobinas, restaurando la rigidez dieléctrica y la vida esperada del transformador.
- 2.- El control para mantener el contenido de humedad en el aislamiento en los valores descritos anteriormente.
- 3.- Poder soportar sobrecargas en el transformador ya que el aislamiento se encuentra en mejores condiciones, así como aumentos de temperatura al no haber riesgos de goteos sobre partes energizadas en el interior del transformador.
4. Reduce los efectos de envejecimiento por humedad, temperatura y oxígeno en los transformadores.
- 5.- Sistema Económico y de bajo Mantenimiento, de Fácil Instalación y Puesta en Servicio a un transformador energizado.
- 6.- Instalación Permanente trabaja durante toda la vida del transformador.



1.5 CONCLUSIONES

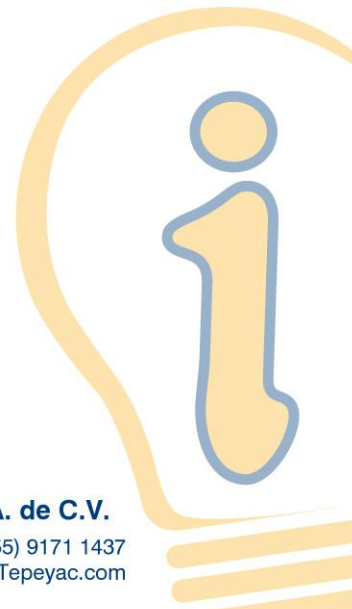
Evitar el acumulamiento de humedad es la clave para mantener las propiedades dieléctricas y la vida de servicio del transformador.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante los 6 meses de monitorear el aceite de entrada y salida del Dry Keep, se concluye:

- Se ha obtenido una reducción de humedad, con resultados favorables.
- El Dry Keep, no altera los resultados de los demás gases, ni de los valores obtenidos en pruebas fisicoquímicas, por lo que se considera un sistema no invasivo.
- Es un sistema práctico, económico ya que los cartuchos son regenerables a bajo costo, libre de mantenimiento y fácil de instalar y operar, sin tener que sacar el transformador de servicio.

PARA MAYOR INFORMACIÓN

Ing. Rodrigo Fuentes
contacto@itepeyac.com
t. +52 (55) 5207.2111
f. +52 (55) 5719.3162
m. +044 5513537960

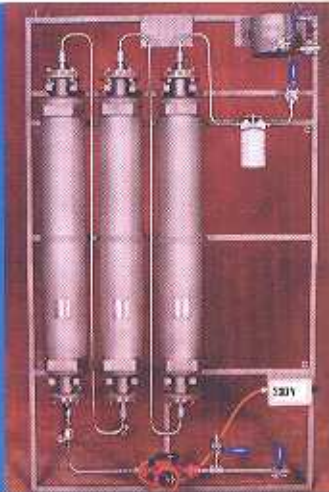


Asset Managers; Are you interested in extending the life of your Power Transformers, one of your most critical and capital-intensive assets?

DryKeep™

**The inexpensive,
low maintenance solution**

Visit our website www.drykeep.com
for further details or e-mail us at
joec@ardry.com



- An on-line, permanently installed system that operates continuously
- Keeps new transformers dry and dries out the oil and paper insulation of older wet transformers to less than 10 ppm
- Designed by an electric utility
- Utilizes molecular sieve dry-out technology
- Saturated cartridges changed while transformer is in service and can be regenerated

DryKeep Moisture Management System For Power Transformers

Molecular Sieve Dryout System (MSDS)

- An essential tool for critical transformers
- Increases the lifespan of both the oil and transformer
- The use of stainless steel rules out atmospheric corrosion
- Allows higher operating loads at higher average temperatures
- Neither heat nor vacuum used; insuring integrity of the dissolved gas analysis

**A STATIONARY,
MAINTENANCE-
FREE SYSTEM**

**ISO-9001
Certified**

Size:

H	W	D
75"	44"	12"

WT: 390 LBS.



On-line Dry-Out System for Power Transformers

The insulation system of most power transformers consists of organic materials...mineral oil, cellulose paper and pressboard. Moisture in the insulation system, along with operating temperature and oxygen in the transformer oil, constitutes the most important transformer aging mechanism. Maintaining transformer insulation in a properly "dried-out" state to reduce the aging phenomenon and the risk of failure can be a difficult and costly process, requiring capital-intensive equipment and significant transformer outages.

joec@ardry.com
www.drykeep.com



Revolutionary Technology that:

- **Reduces Plant Downtime**
- **Increases Revenue**
- **Maintains Dielectric Strength**

DryKeep

Molecular Sieve on-line Dry-Out System (MSD) for Power Transformers

The insulation system of most power transformers consists of organic materials...Mineral Oil, cellulose paper and pressboard. Moisture in the insulation system, along with operating temperature and oxygen in the transformer oil, constitutes the most important transformer aging mechanism. Maintaining transformer insulation in a properly "dried-out" state to reduce the aging phenomenon and the risk of failure can be a difficult and costly process, requiring capital intensive equipment and significant transformer outages.

Revolutionary Technology

A new and innovative on-line continuous dry-out system has been developed by the Power Distribution Services (PDS) Business Unit of Rotek Engineering, in collaboration with the Nuclear Energy Corporation of South Africa (NECSA). PDS is 100% owned by Eskom, the national electricity utility.

The DryKeep System

DryKeep is a stationary, continuous water removal system. It is capable of reducing water levels to 10ppm in transformer oils. The continuous on-line removal of moisture from the transformer oil also insures removal of moisture from the solid paper insulation. The diffusion of the moisture from the solid insulation to the oil maintains the associated equilibrium as water is removed from the oil. **DryKeep** was originally intended to be used on new or properly dried out transformers to maintain this ideal dry state throughout its service life. However, due to its effective drying capabilities, the **DryKeep** system was soon applied to older wet transformers. It was found to be an effective moisture management tool.

The DryKeep Cartridges

The system uses three completely passive cartridges. Each cartridge uses a state of the art molecular sieve "sponge" that removes dissolved water from oil as it passes through the cartridge. The **DryKeep** molecular sieve dry-out (MSD) technique is unique because the removed moisture can never be returned to the oil, under normal service temperature changes. The standard **DryKeep** system is capable of removing 9 liters (2.4 gallons) of dissolved water. A **DryKeep** system installed on a dry transformer will last about 6 years before it becomes saturated. The saturated cartridges can be regenerated and can be changed under load.

Note: The estimated cost per liter of water removed using the **DryKeep** system is based upon the use of three new cartridges and thereafter two changes of the cartridges using regenerated cartridges. The regenerated cartridges cost about half as much as a new cartridge.

The **DryKeep** system is not intended to replace the vapor phase dry-out system used by most manufacturers and repairs for the proper dry-out of solid insulation of power transformers at the point of manufacture. The **DryKeep** MSD system is intended to be installed on older, wet transformers and, ideally on new or properly dried-out transformers. The cost effective **DryKeep** system should be installed on all sizeable power transformers. The relatively low cost of the system economically removes all electrical risk associated with moisture in the insulation system and reduces the aging phenomenon tenfold.

Monitoring Moisture Content

By-Pass valves are provided at the inlet and return pipelines to accommodate a *Doble Domino* or Vaisala HMP 228 instrument to measure ppm and temperature (Relative Saturation). Alternatively, the standard Karl Fisher titration method may be used. When the inlet and outlet readings are similar, it is time to replace the cartridges.

Oil Circulation Through the DryKeep System

A small three speed electric sealed pump (60 liters per hour) is supplied as standard equipment for transformers operating with natural circulation. It has a protective circuit breaker within the electrical junction box. With a venturi, the pressure differential across the transformer oil circulating pump is adequate to circulate the oil thru the **DryKeep** cartridges.

Maintenance

DryKeep requires very little maintenance. The small pump and flow indicator require occasional operation inspection. The Parker automotive type particle filter element will also require occasional replacement.

Relative Cost per liter of water removed

Based on Rotek Engineering's wide experience with all existing dry-out techniques, the following table indicates the relative cost estimates:

Vapor phase dry-out system	100%
Conventional Heating / Vacuum system	48%
DryKeep System	17%

DryKeep USA Div.
The Ardry Group
195 Industrial Blvd.
Rincon GA, 31326
Tel: (912) 754-2481
Fax: (912) 754-2482

Sales Office
509 Battalion Drive
Stony Point, NY 10980
Tel: 845-429-5128
Fax: 845-429-5129
joec@ardry.com

AGENT

Distribuido en México por: www.iTepeyac.com; CONTACTO@iTepeyac.com
Copenhague 24-302, Col. Juárez, 06600, México, D.F. t. +52 (55) 5207.2111

