



ENTRENAMIENTO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES EN ACEITE PAD 4B

Expositor:

Ing. Eugenio Pazos

Jefe de Area de Diseño

Jesus Aguilar Santos

Jefe de Planta Transformadores

Contenido



Conceptos Generales



Protección de los transformadores



Accesorios, descripción y mantenimiento



Instalación y Montaje de transformadores de Potencia



Aceites dieléctricos aislantes



Guía de mantenimiento de transformadores en aceite

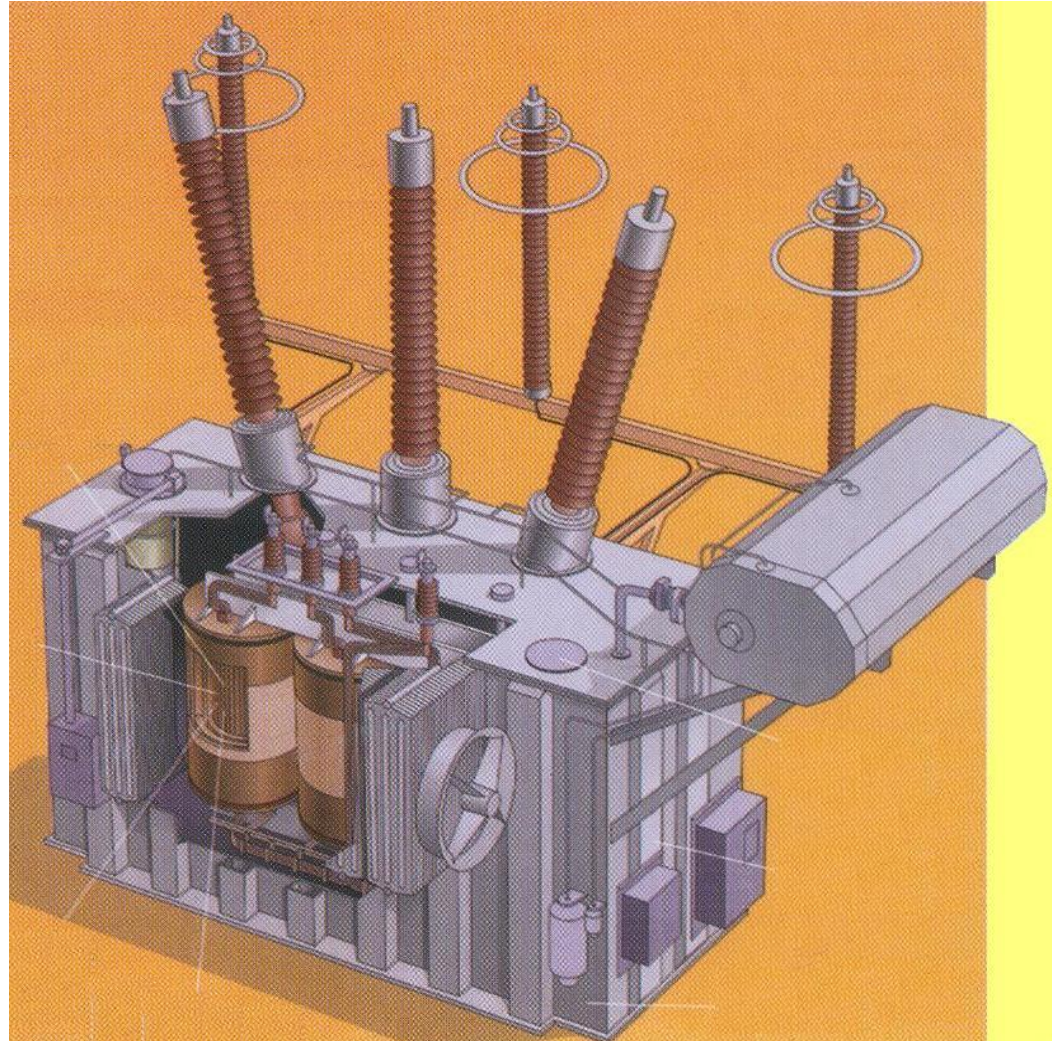
Objetivo

Esta capacitación tiene por finalidad orientar al personal de mantenimiento eléctrico sobre las actividades a realizar durante la operación y mantenimiento de los transformadores en aceite.



Conceptos Generales

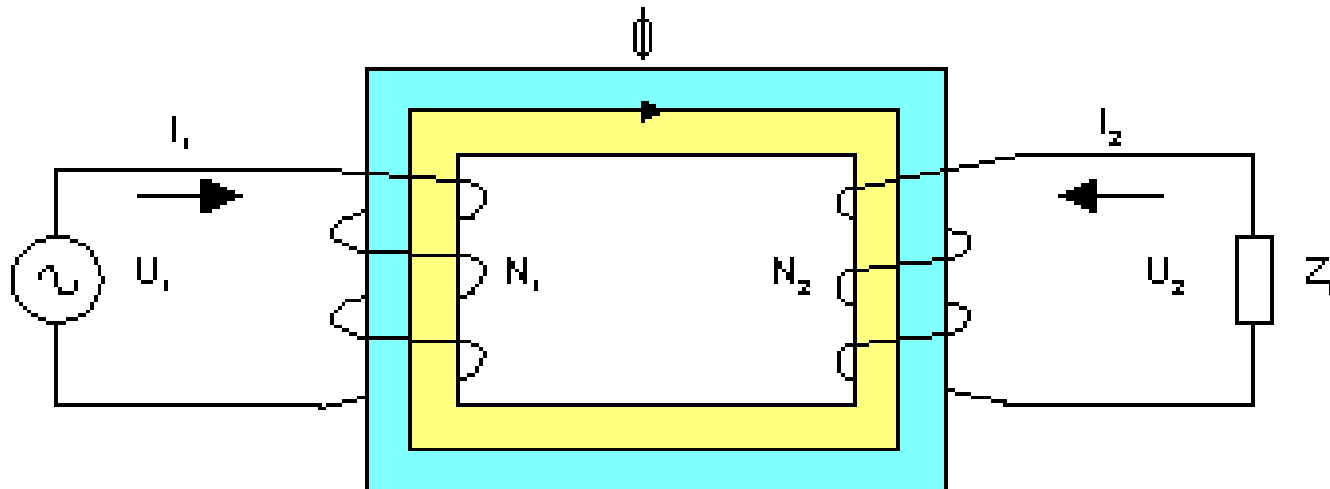
La correcta operación de los transformadores de distribución y potencia, sumergidos en aceite o secos, dependen del diseño adecuado, la correcta fabricación, la instalación adecuada y del mantenimiento preventivo del que sean objeto. El descuido de uno de los requisitos fundamentales antes señalados, pueden conducir a serios problemas inclusive hasta la pérdida del transformador.



Conceptos Generales

¿Qué es un transformador?

En general, es una maquina eléctrica estática, formado por 2 o mas arrollamientos, (bobinas), que por inducción magnética, transforma un sistema de tensión o corriente alterna, a otro sistema de tensión o corriente alterna de la misma frecuencia, pero generalmente de valores diferentes con el fin de transmitir la potencia eléctrica.



Clasificación

TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

Se usan en conjunto con los generadores para una transmisión y distribución eficiente de energía eléctrica. Así para transmitir grandes bloques de energía entre dos puntos alejados, se requiere elevar la tensión para disminuir la corriente y con ello las pérdidas. Por otra parte, en los centros de consumo, se requieren tensiones de valores mas reducidos, por lo que se deben utilizar nuevamente los transformadores, para reducirlas



- Transformadores Secos Encapsulados en Resina Epoxi
- Se utilizan en interior para distribución de energía eléctrica en media tensión, en lugares donde los espacios reducidos y los requerimientos de seguridad en caso de incendio, imposibilitan el uso de transformadores en aceite. Son de aplicación en grandes edificios, minería industrias entre otros.
- Su principal característica es que son refrigerados con aire con aislamiento clase “F”



Conceptos Generales

- **Transformadores de Medida**
- Utilizados para medir altas corrientes ó altas tensiones por medio de instrumentos de escala reducida o bien para alimentar dispositivos de protección de equipos o sistemas eléctricos
- Pueden ser de potencial (tensión) o de corriente, son transformadores especialmente con un primario de alto voltaje o corriente y un secundario de baja tensión. Tienen una potencia nominal muy baja y su único objetivo es suministrar una muestra de voltaje o corriente del sistema de potencia para que se mida con instrumentos de medición apropiados.
- Son normalmente de potencias normalizadas desde 15VA, y por ser de medición deberán ser particularmente precisos.

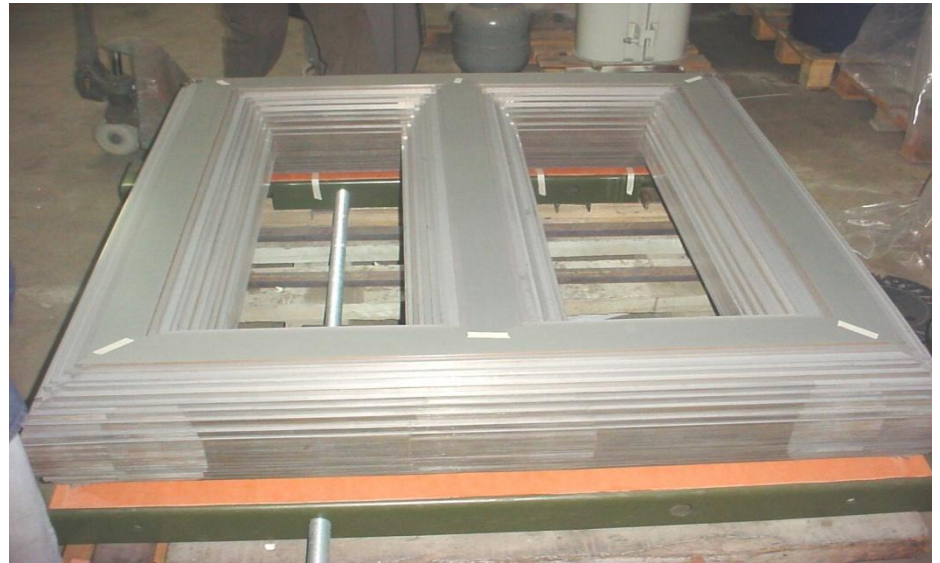


Aspectos Constructivos

Núcleo:

El núcleo está conformado de lámina de hierro silicoso de grano orientado de alta calidad, laminado en frío, el tipo de corte de alta precisión step-lap (corte a 45° y corte en V) nos permite garantizar reducidas pérdidas y bajo nivel de ruido.

Corte Step-Lap



La función del núcleo es guiar el flujo magnético creado por las corrientes que circulan en los devanados. Permite el acople magnético entre los devanados primario y secundario.

Conceptos Generales

Aspectos Constructivos



Conceptos Generales

Aspectos Constructivos



Aspectos Constructivos

Bobinado

Acción de arrollar varias espiras (vueltas) de alambre conductor, papel aislante formando un cilindro denominado bobina y se clasifican en :

Bobina primaria o "primario" a aquella que recibe el voltaje de entrada y

Bobina secundaria o "secundario" a aquella que entrega el voltaje transformado.



Conceptos Generales

Aspectos Constructivos

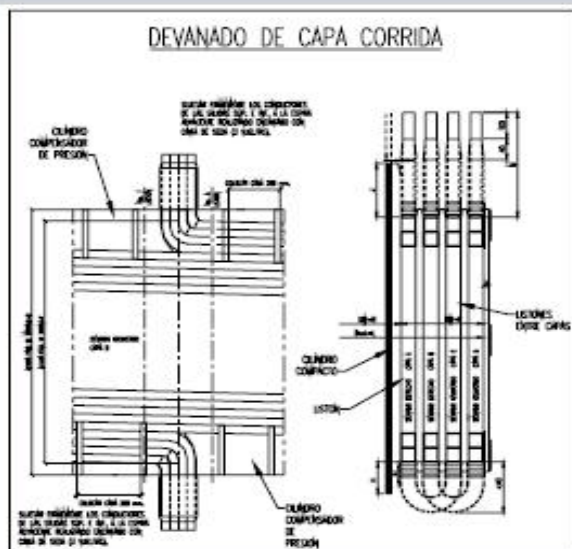
Mediante un secado previo se consigue estabilizar la dimensión axial del bobinado. Comprobación de las longitudes definidas del bobinado al aplicar las fuerzas de sujeción previstas y montar el enrollado de manera cuidadosa y simétrica.



Conceptos Generales

Aspectos Constructivos

TIPOS DE DEVANADOS



Conceptos Generales



30/07/2012

Entrenamiento en operación y mantenimiento de
transformadores en aceite PAD – 4B

15

Conceptos Generales

Encubado de Parte Activa:
Actividades orientadas a colocar la parte activa en la cuba o tanque del transformador



Conceptos Generales

- *El transformador se encuentra entre las máquinas eléctricas más importantes de todas las existentes en los sistemas eléctricos de potencia. Las fronteras de generación, transporte y distribución no podrían delimitarse sin la existencia de estas máquinas. Su protección resulta fundamental, no sólo para su supervivencia, sino para la de todo el sistema eléctrico.*

Bornes, aisladores o pasatapas de porcelana

El aislador es uno de los componentes mas importantes utilizados en la fabricación de transformadores, pues son los bornes de conexión desde el interior de su parte activa hacia su alimentación y/o carga.

Existen varios métodos de diagnosticar el estado de los aisladores de media tensión. Por lo general, los aisladores suministrados por EPLI SAC, no necesitan mantenimiento.

Sin embargo, puede que, debido a una inspección o a algún síntoma detectado durante el servicio, sea necesario comprobar los aisladores.



ADVERTENCIA

Antes de realizar cualquier tarea en el aislador, compruebe que el transformador este fuera de servicio.

PRECAUCIÓN:

Evite utilizar disolventes en la junta o empaquetadura del aislador y en las uniones de porcelana.

En condiciones de contaminación extrema, puede ser necesario limpiar la superficie del aislador con solvente dieléctrico SS25.



Bornes, aisladores capacitivos

Este componente, es normalmente utilizado en transformadores con niveles de tensión, superiores a 60KV, y te permite poder medir Tan Delta, Capacitancia y descargas parciales, del aislador como del propio transformador, vienen cargados con liquido dieléctrico y sellados herméticamente.

- > Range 52 to 245 kV
- > Current up to 1600 A
- > Oil-Impregnated Paper
- > Air side: porcelain insulator or composite insulator
- > Oil side: epoxy resin insulator
- > Partial discharge: max. 5 pC at 1.5 Un
- > Synthetic impregnating oil DDB
Dodecylbenzene fully miscible with transformer oil
- > Provided with power factor tap (voltage tap upon request)
- > Draw lead for 800-1250 A - draw rod for 1250 A bottom connection for 1600 A applications
- > Head made of special UHV filter prismatic glass with oil level indication visible at any angle of sight
- > Flange made of cast aluminum alloy.
Standard angle of installation max of 45° off vertical

- 1 - HV Terminal
- 2 - UHV filter glass
- 3 - Porcelain
- 4 - OIP Condenser
- 5 - Winding tube
- 6 - Power factor tap or voltage tap
- 7 - Flange
- 8 - Epoxy resin insulator
- 9 - Oil side shield

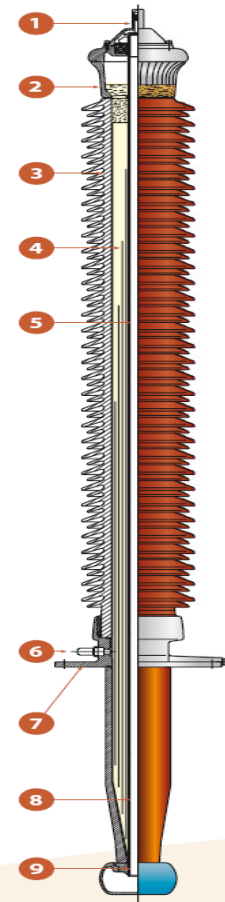


Fig. 1: Bushings 245 kV
Heavy Cantilever load

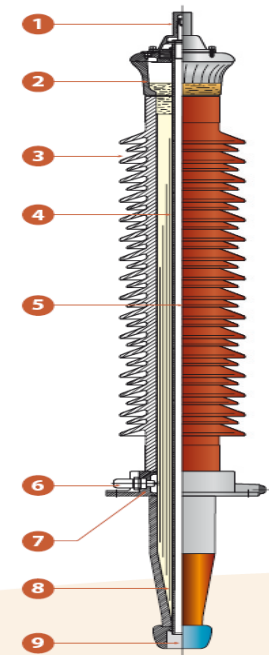
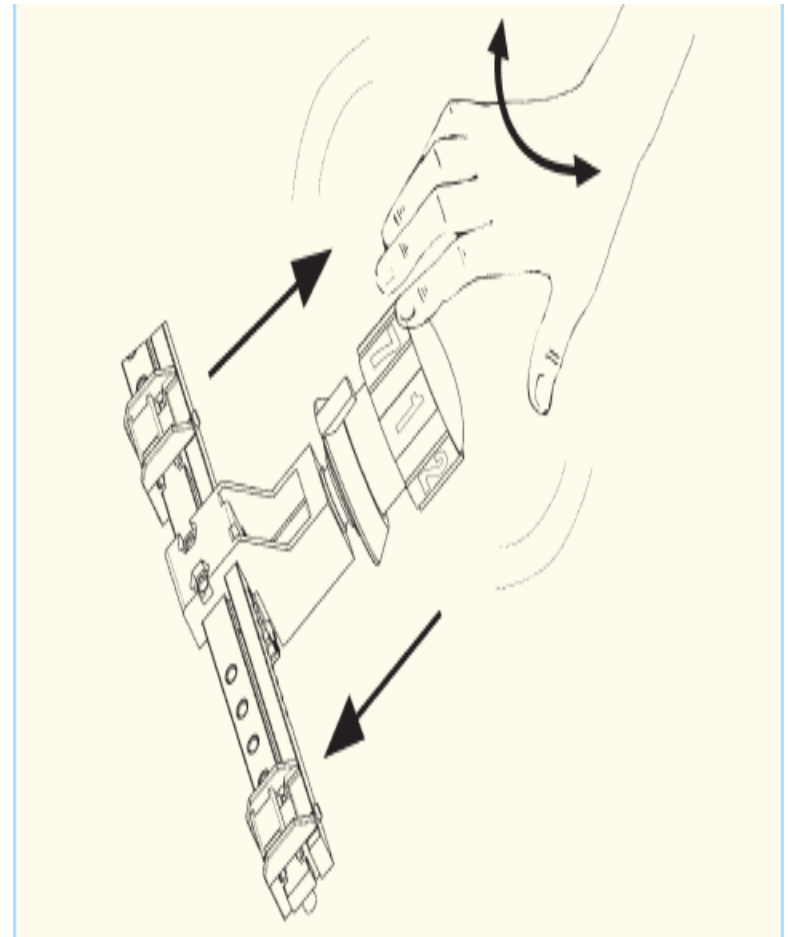
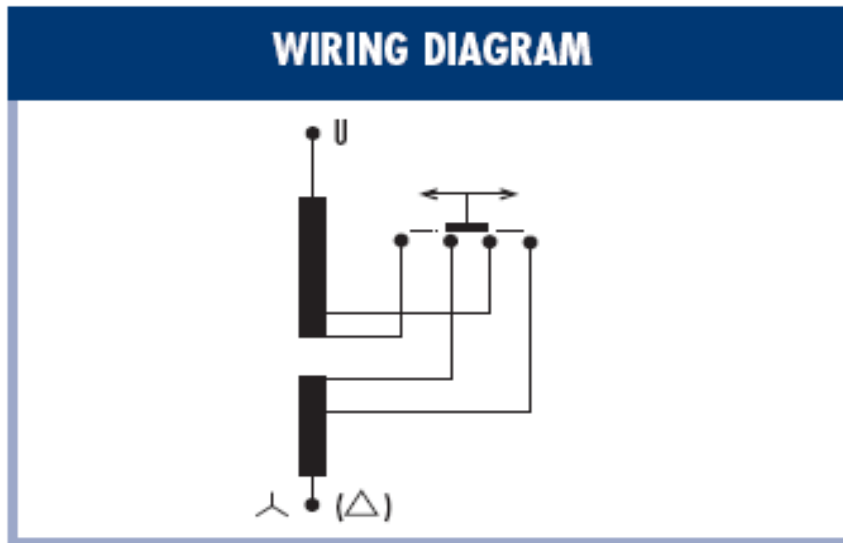


Fig. 2: Bushings 52 to 170 kV
Normal Cantilever load

Cambiadores de Tomas

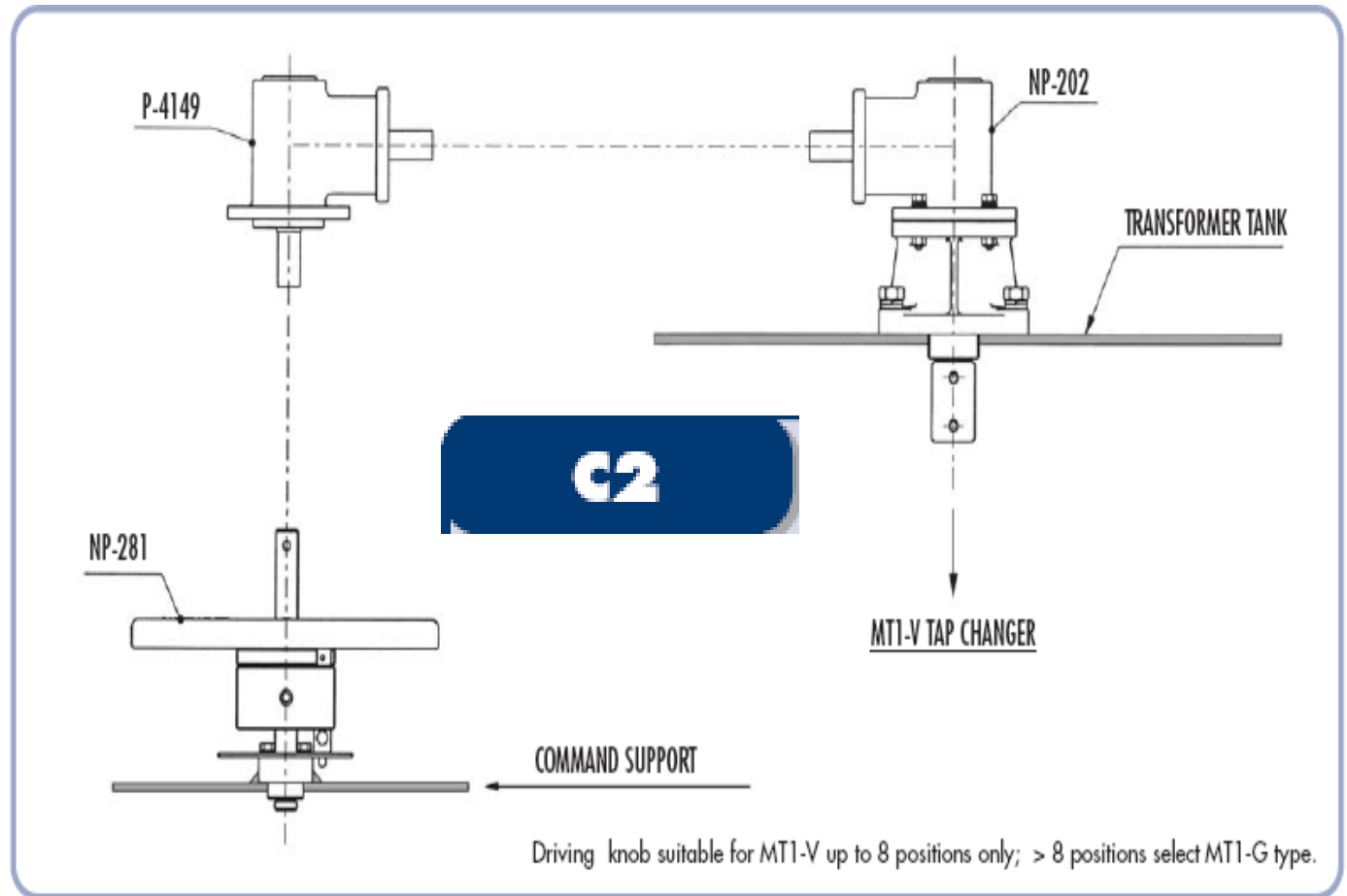
Conmutadores de accionamiento en vacío (desenergizado)

Este componente se utiliza con el fin de regular el voltaje del transformador de acuerdo a las necesidades del cliente.



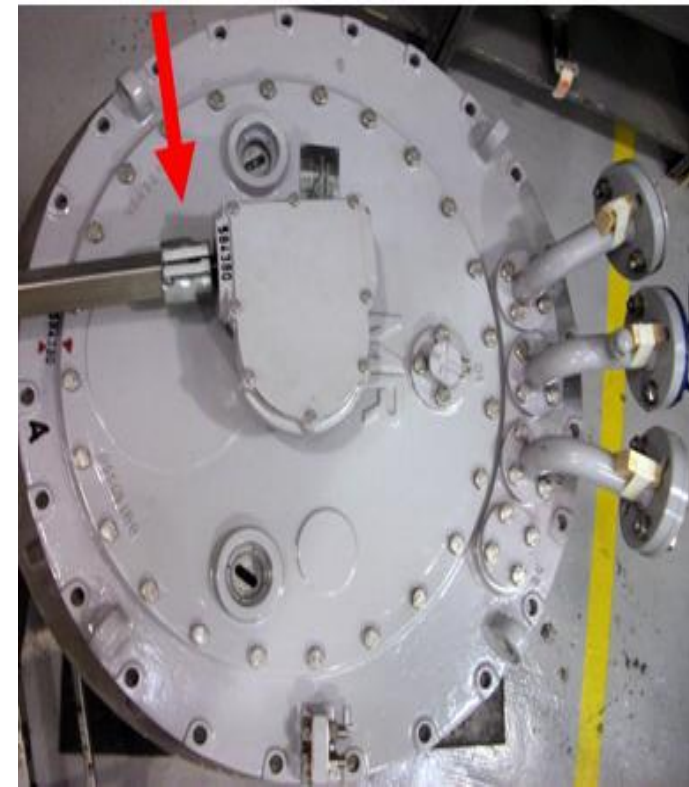
Accesorios, descripción y mantenimiento

La serie MT1-V está equipada de mando de pequeño volante directo en la tapa (configuración C1) o bien con reenvío a altura de hombre (configuración C2).



Cambiadores para Accionamiento bajo carga

El conmutador de tomas bajo carga esta concebido como un conmutador selector de diseño tubular, que combina las características de un ruptor y un selector, donde el aceite del conmutador queda separado totalmente del aceite del transformador, mediante un compartimiento totalmente sellado.



Relee de protección: RS2001

Equipamientos de protección del Cambiador MR



Falla en la llave de carga en el compartimiento del aceite



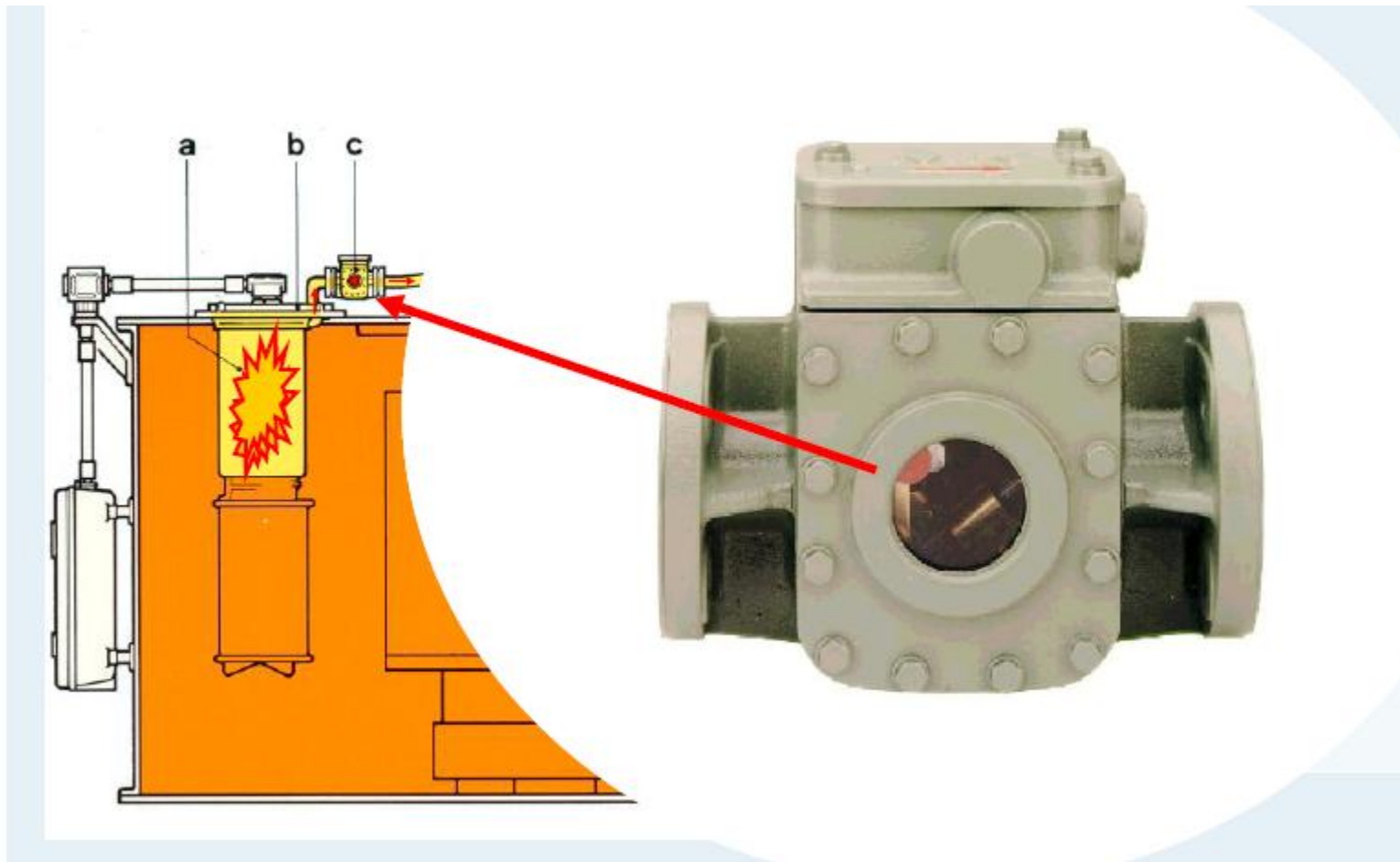
Conversión de la energía eléctrica en calor



Los dispositivos de protección deben responder en casos de falla del cambiador.

Los dispositivos de protección no deben responder en funcionamiento normal del cambiador

Accesorios, descripción y mantenimiento



Equipos de refrigeración o disipación de calor

Es habitual dotar al transformador de sistemas de refrigeración basados en **bombas de aceite** y **ventiladores de aire**, pero manteniendo una determinada capacidad de transformación cuando falla alguno de ellos. Uno de estos elementos son los radiadores.

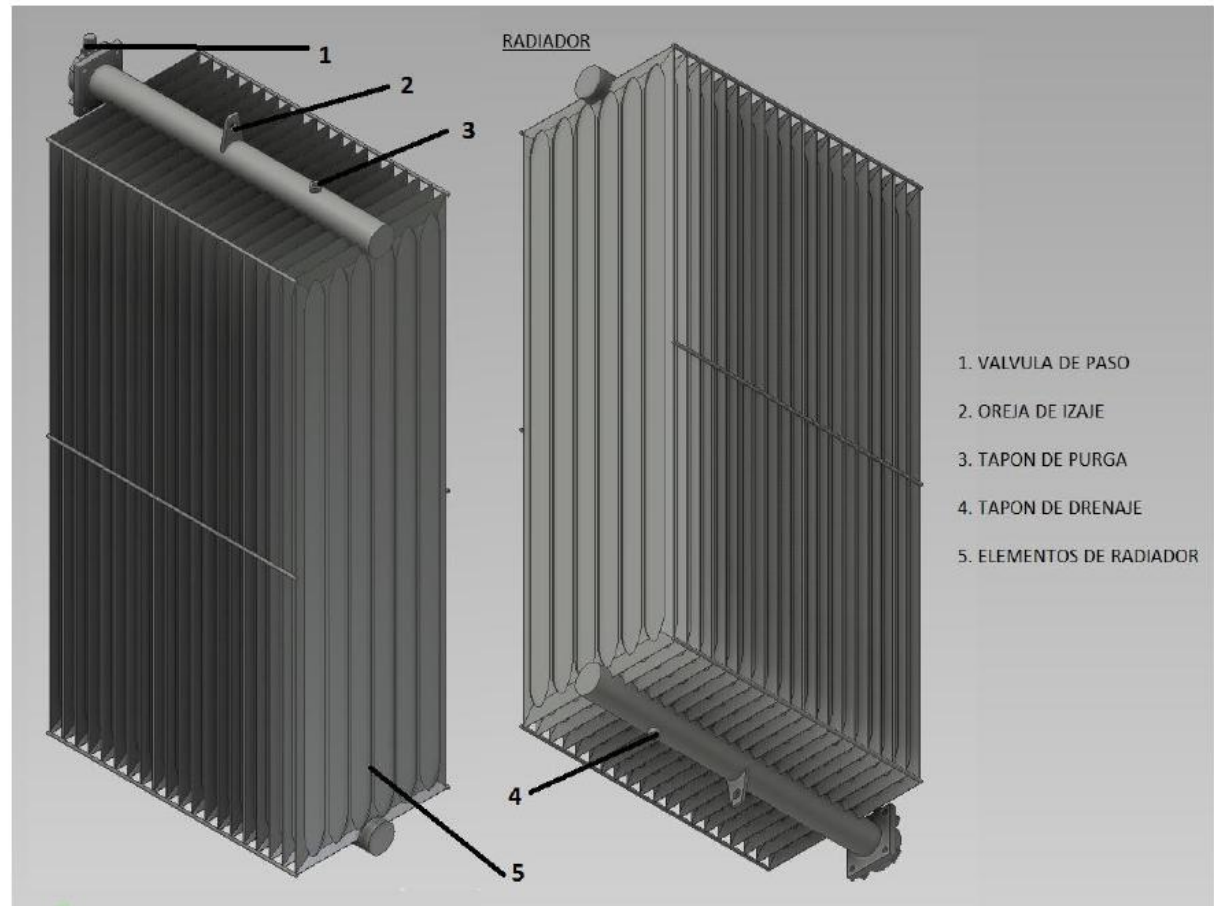


TABLA . Descripción de los sistemas de refrigeración típicos de los transformadores empleados.

Denominación*	Función
ONAN (Oil Natural circulation Air Natural circulation)	Refrigeración mediante circulación natural del aceite y del aire en los radiadores.
ONAF (Oil Natural circulation Air Forced circulation)	Refrigeración mediante circulación natural del aceite y circulación forzada de aire a través de los radiadores.
OFAF (Oil Forced circulation Air Forced circulation)	Refrigeración mediante circulación forzada del aceite (bombas de aceite hacia los radiadores) y circulación forzada de aire a través de los radiadores.
ODAF (Oil forced circulation Directed Air Forced)	Circulación forzada y dirigida del aceite (bombas de aceite hacia los radiadores y elementos de direccionamiento en el interior del transformador hacia los canales de aceite) y circulación forzada de aire a través de los radiadores.

* En el caso de que un transformador pueda funcionar con circulación natural o forzada debe designarse con los dos códigos separados por un trazo junto con las potencias correspondientes (ONAN/ONAF 300/500 MVA).

- **RELÉ DE ACUMULACIÓN DE GAS DEL TIPO BUCHHOLZ**

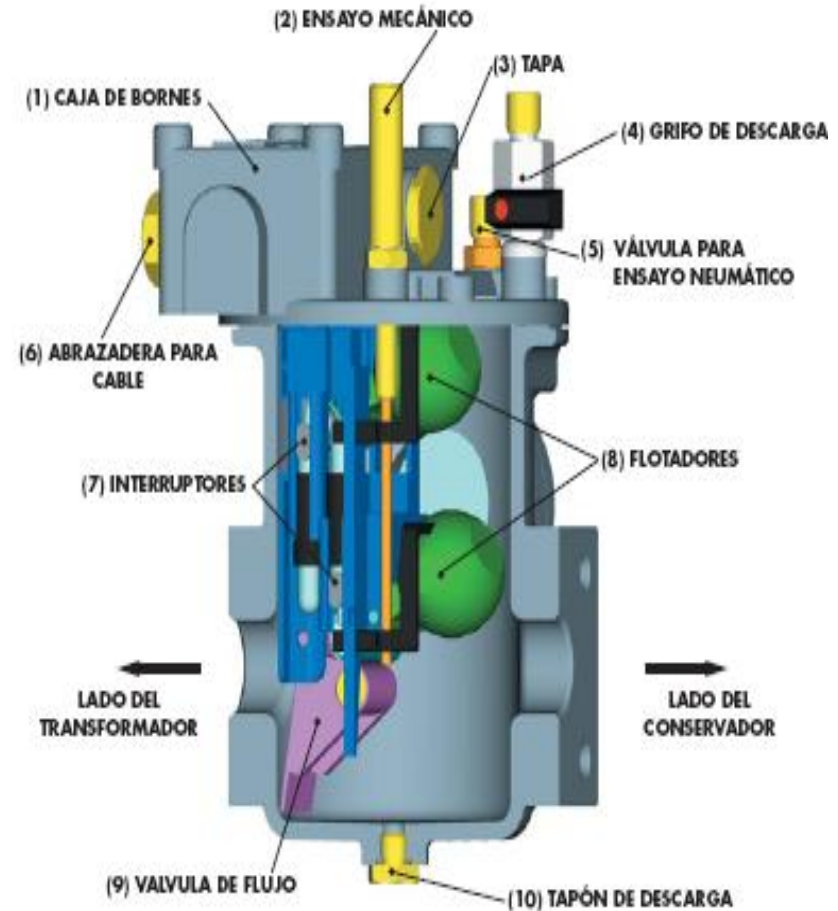
El relé Bucholtz se encarga de detectar las burbujas de vapor de aceite producidas por pequeñas fallas a tierra o por cortocircuitos ocurridos entre espiras, esta corriente entre espiras es muy pequeña ya que el aislamiento entre ellas es del orden de 1,5 V, sin embargo esta es suficiente para evaporar el aceite y producir burbujas de gas. Esta protección actúa por medio de una claveta la cual se acciona con las burbujas de gas, si el relé detecta pocas burbujas da una alarma, si el número de burbujas aumenta envía el disparo del interruptor de entrada del transformador.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Durante su funcionamiento normal el relé tiene que estar siempre lleno de aceite.

Cuando hay formación de gas en el transformador, las burbujas tienen que encauzarse, como consecuencia del correcto planteamiento del transformador, en la tubería que lleva al conservador. Las mismas se “acumulan” al interior del relé BUCHHOLZ, en su parte superior, haciendo bajar el nivel del aceite y consiguientemente del primer flotador (o flotador superior), con el consiguiente accionamiento del interruptor de alarma. En caso de que se forme gas de manera continua, el mismo pasa sin obstáculos en la tubería colocada inmediatamente aguas abajo del relé hacia el conservador. En caso de aumento del volumen de gas y/o haya goteo de aceite, baja el flotador inferior (o segundo flotador), y antes de que el relé se vacíe por completo se acciona el interruptor de desenganche. Este fenómeno ocurrirá sólo cuando habrá salido todo el aceite que se encontraba al interior del conservador.



Que hacer cuando actúa el relé Buchholz ?

Si la señal de alarma actúa, desconectar el transformador y realizar un análisis de gas.

- 1. Gas no inflamable, con resultado negativo de análisis de acetileno, el gas contiene restos de aire al interior del transformador , esto puede ser conectado nuevamente una vez eliminado dichos restos de aire.**
- 2. Gas inflamable, con resultado positivo de análisis de acetileno , el transformador tiene un defecto y debe ser atendido por su fabricante antes de conectarlo nuevamente.**
- 3. No sale ningún gas el nivel de aceite desciende en el relé Bucholtz y el aire es aspirado, el nivel de aceite esta por debajo del mínimo o hay perdidas de aceite, esta situacion requiere asistencia de su fabricante.**

RELÉ DE PRESIÓN SÚBITA

Los Relés de Presión Súbita son equipamientos de protección para transformadores de tipo sellado, instalados arriba del nivel máximo del líquido aislante, en el espacio comprendido entre el líquido aislante y la tapa del transformador.

El Relé actúa cuando ocurre una súbita presión interna, independientemente de la presión de trabajo del transformador. Este Relé no opera por cambios lentos de presión, resultantes de rayos, sobretensiones de maniobra y cortocircuitos, desde que no ocasionen falla en el transformador.



DESHUMEDECEDORES DE AIRE PARA TRANSFORMADORES

Son unos recipientes transparentes para sales de óxido de silicio, llamado gel de sílice, químicamente puro y provisto de indicador a color.

A través de los mismos tiene que pasar el aire aspirado al interior del transformador después de las contracciones térmicas de la masa de aceite.

El gel de sílice tiene la tarea de absorber la humedad del aire y evitar así la contaminación del aceite, mientras que el colorante señala el grado de saturación que se ha alcanzado. Las variaciones del color son reportadas sobre la etiqueta del deshumidificador. Ahora hay que sustituir la sal contenida en el deshumidificador por otra nueva o regenerada.

Una propiedad característica del gel de sílice es su elevada capacidad de absorción de la humedad atmosférica.



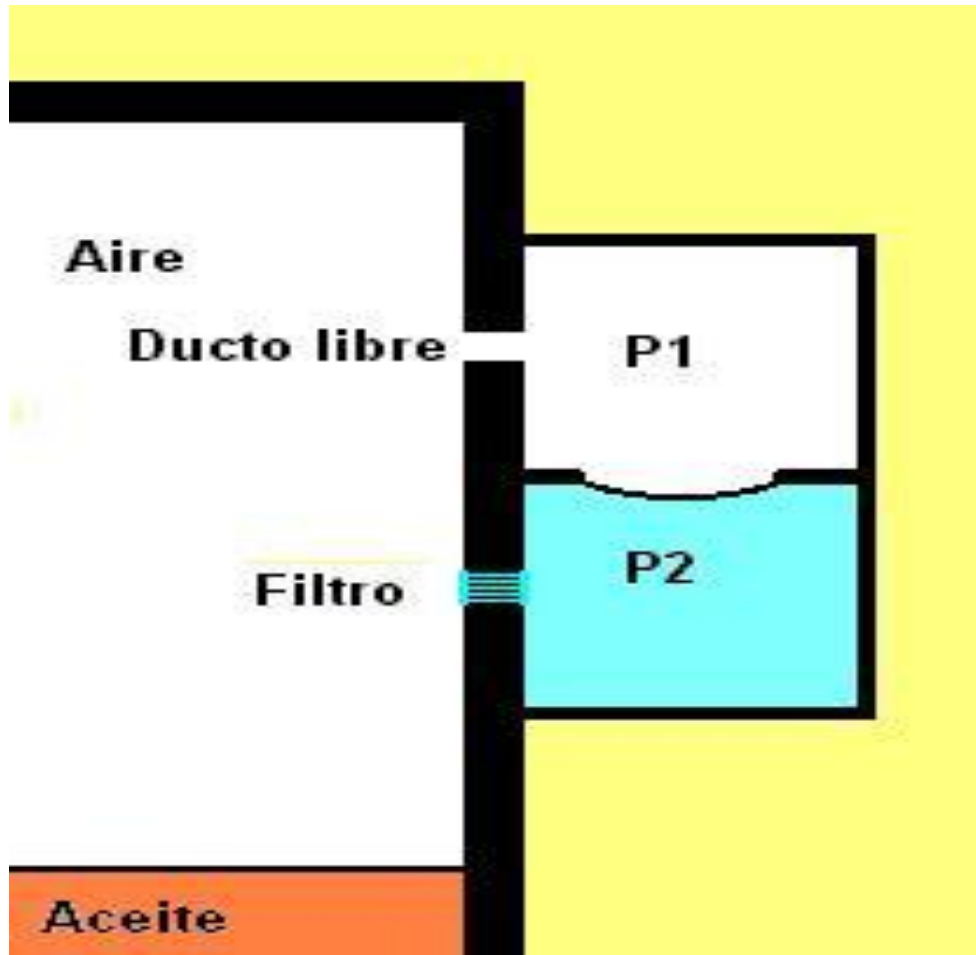
RELÉ DE PRESIÓN SÚBITA

Los Relés de Presión Súbita son equipamientos de protección para transformadores de tipo sellado, instalados arriba del nivel máximo del líquido aislante, en el espacio comprendido entre el líquido aislante y la tapa del transformador.

El Relé actúa cuando ocurre una súbita presión interna, independientemente de la presión de trabajo del transformador. Este Relé no opera por cambios lentos de presión, resultantes de rayos, sobretensiones de maniobra y cortocircuitos, desde que no ocasionen falla en el transformador.



Accesorios, descripción y mantenimiento



$P1 > P2$: Abre

RELE DE IMAGEN TERMICA

El bobinado es el componente del transformador que tiene la temperatura más elevada y especialmente aquél que está sometido a los aumentos más rápidos de la temperatura cuando aumenta la carga.

Por consiguiente, para mantener bajo control total los parámetros de temperatura en el transformador, hay también que medir la temperatura del bobinado. Para esta medición se emplea un sistema indirecto, porque sería peligroso instalar un sensor cerca del bobinado, porque hay alta tensión. La medición indirecta se consigue por una IMAGEN TERMICA.



Accesorios, descripción y mantenimiento

Se ha planteado este instrumento para medir la temperatura del bobinado por medio de una cubeta especial, que está rodeada por una resistencia térmica a través de la cual pasa una corriente proporcional a la corriente que pasa a través del bobinado del transformador.

Los indicadores de la temperatura del bobinado están montados con uno, dos, tres o cuatro micro interruptores de conmutación, aptos para controlar los sistemas de enfriamiento y los circuitos de protección (alarma y disparo) del transformador.



MONITOR ELECTRONICO DE TEMPERATURA QUALITROL 509-100

El Monitor Electrónico de Transformadores marca Qualitrol (ETM por sus siglas en inglés) para transformadores llenados con líquido (Modelo # 509-100 Serie) es un Dispositivo Electrónico Inteligente (IED por sus siglas en inglés).

Combina la tecnología de microprocesadores y el avanzado procesamiento digital de señales, para de una manera precisa evaluar el estado físico, y el desempeño de transformadores trifásicos o auto-transformadores



El 509 puede ser adaptado para adecuarse a la aplicación en cuestión. El ETM puede monitorear hasta un total de 8 parámetros. Mediante el uso de sensores de temperatura tipo resistencia (RTD), Transformadores de Corriente, Lazos de Corriente (0-1 ó 4-20 ma CD), Voltaje (0-100 mv ó 0-10V), o Interruptores con Contactos de Cierre, este completo sistema de monitoreo de transformadores puede monitorear parámetros tales como:

- 1 - Temperaturas de Líquido (Parte superior o inferior del tanque principal,
- 2 - Cambiador de Derivaciones de Carga –LTC por sus siglas en inglés-),
- 3 - Temperaturas en Devanados,
- 4 - Corrientes en Bancos o Grupos de Enfriamiento, y una variedad de parámetros provenientes de transductores tales como Presión en el Tanque, o análisis de Gases Disueltos en aceite.

- **El Monitor de Transformadores 509 ofrece:**
- Modelaje térmico avanzado de las temperaturas en devanados
- Control de temperatura superior a cargas mayores
- Monitoreo de temperatura integral del Cambiador de Derivaciones de carga (LTC)
- Monitoreo individual o en red de la subestación
- Herramientas de diagnóstico para una programación de mantenimiento basado en condiciones reales
- Ocho (8) relevadores ajustables forma C para operar equipos de enfriamiento, señalización de alarmas, y suministrar funciones de disparo, dependiendo de las condiciones del transformador
- Hasta cuatro (4) señales de 0-1 ó 4-20 ma CD para usarse con sistemas SCADA
- Puertos para comunicación digital RS-232 y RS-485

INDICADORES DE NIVEL PROVISTOS DE ACOPLAMIENTO MAGNÉTICO

Los indicadores de nivel provistos de acoplamiento magnético están constituidos por un cuerpo sólido en aleación de aluminio, estanque barnizado con barniz anticorrosión.

El movimiento entre la varilla del flotador y el disco indicador se logra por acoplamiento magnético con una inclinación angular de 120°. De esta forma se consigue que a cada variación de nivel del líquido ocurra una rotación correspondiente del imán con la consiguiente señal de variación en el cuadrante del indicador.

El disco indicador está colorado en blanco y rojo. Para cerrar el sistema se ha aplicado un disco en policarbonato serigrafiado con muescas de referencia que señalan los niveles que el aceite tendría que alcanzar a las temperaturas en grados centígrados de: - 20°C, + 20°C, + 85°C. .

INDICADORES DE NIVEL PROVISTOS DE ACOPLAMIENTO
MAGNETICO TAMAÑO Ø 140/220/340



LECTURA DE LAS INDICACIONES DE LOS DISTINTOS NIVELES DEL LÍQUIDO

Nivel MÍNIMO: cuando se ve totalmente el color rojo

Nivel MÁXIMO: cuando se ve totalmente el color blanco.

Indicaciones intermedias entre el nivel MÁX. y MÍN.: se verá en parte una zona de color blanco y en parte una de color rojo. Hay que tener en cuenta que el tamaño de color rojo visible señala, en proporción, la parte del conservador que se queda sin líquido.

MOVIMIENTO DEL FLOTADOR

Puede realizarse en sentido radial respecto al conservador (tipo "LA") o en sentido axial (tipo "LB") según se aprecia en el dibujo (Fig. 1 y 2). En el tipo "LB"

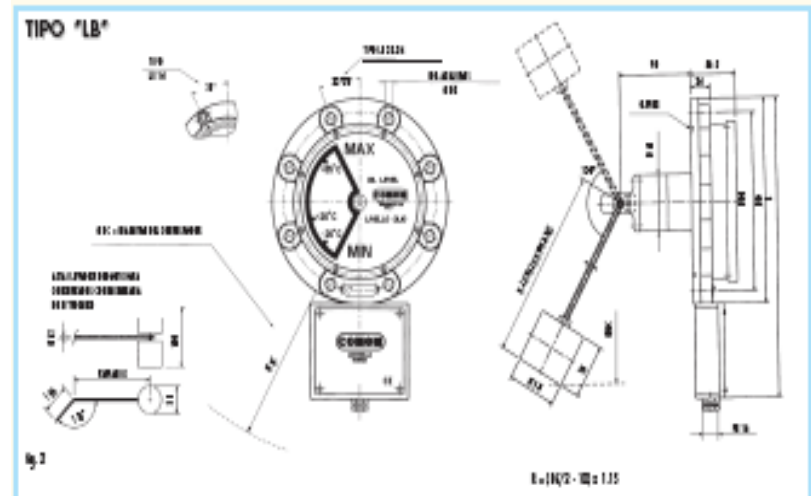
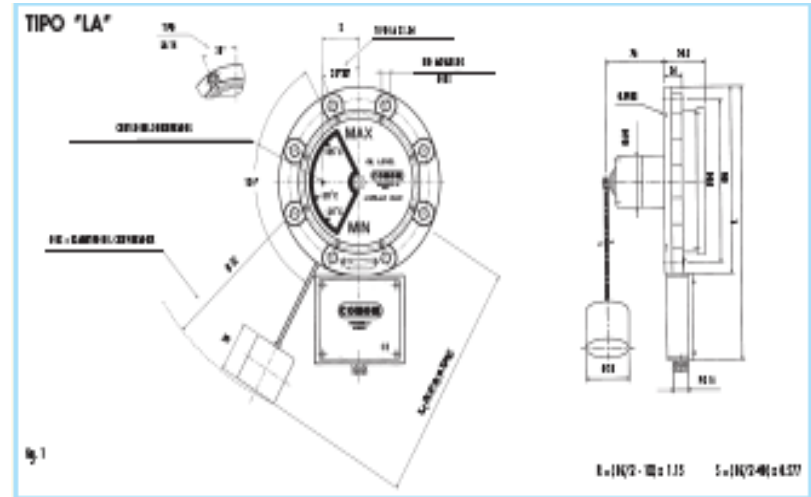
es prevista una versión llamada "flotador rodante" per aplicaciones en conservadores con membrana de nitrógeno.

SEÑAL ELÉCTRICA

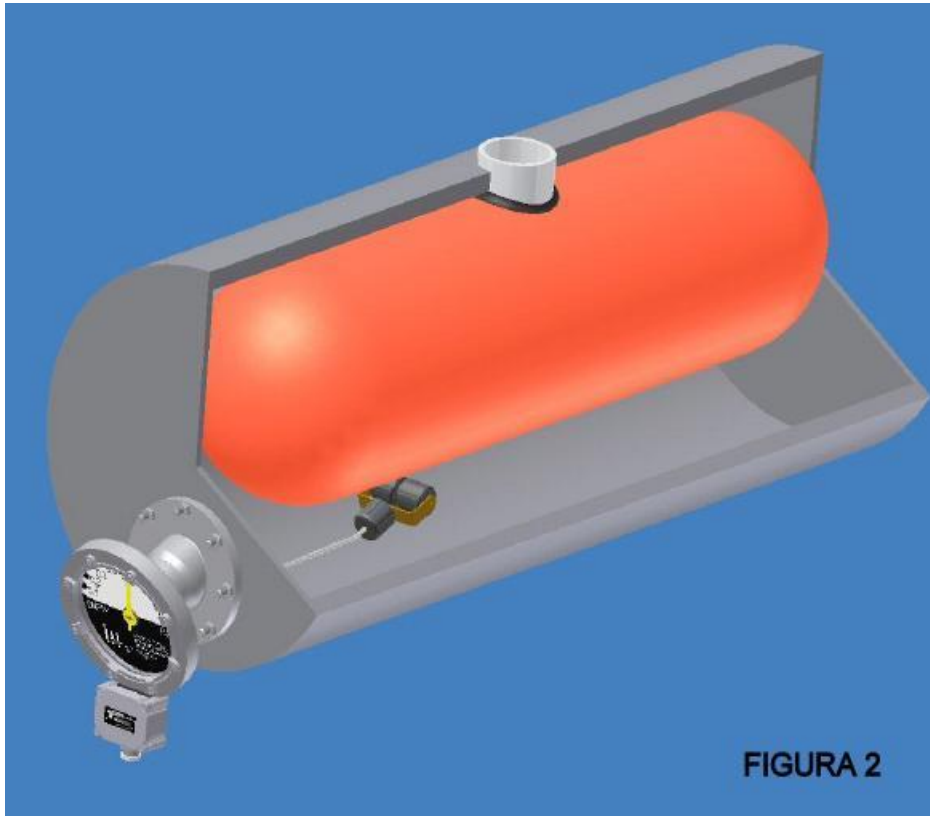
En estos indicadores de nivel están instalados micro interruptores eléctricos para señalar nivel mínimo y nivel máximo del aceite.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICA

- Suministro de corriente: a 24 – 220V de corriente alterna o continua



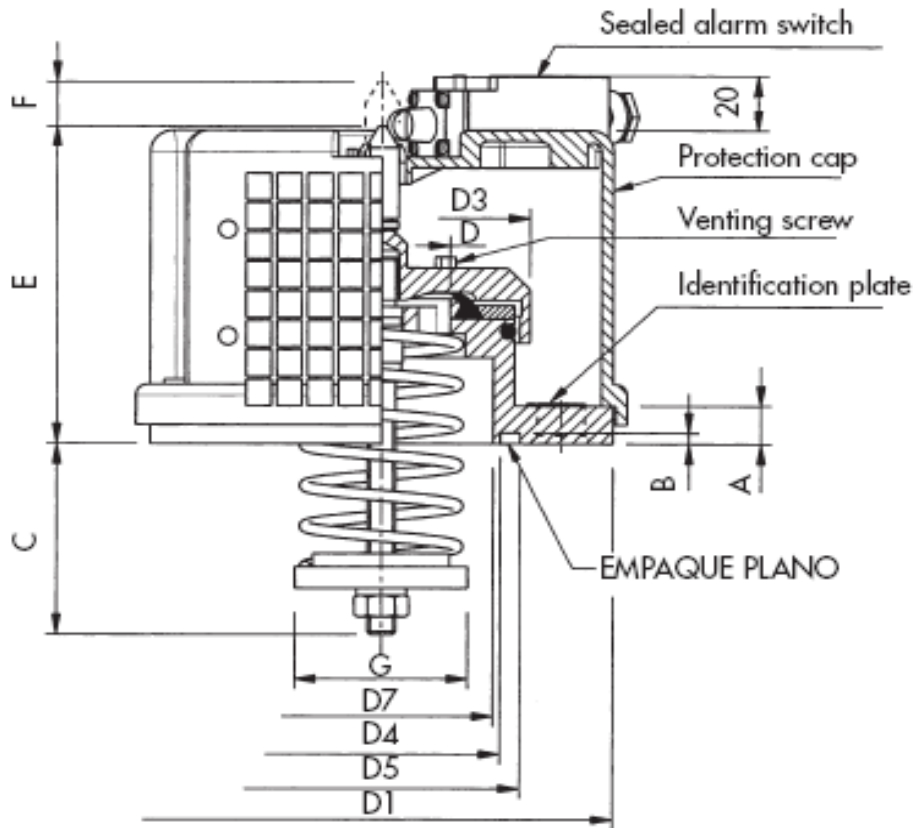
Accesorios, descripción y mantenimiento



Válvula de Sobrepresión

Se emplean las válvulas de sobrepresión para controlar la presión al interior de los tanques. Las mismas hacen falta cuando la presión puede experimentar, por causas accidentales, unos aumentos instantáneos e incontrolados, con el consiguiente riesgo de explosión. Tienen la característica específica de poder descargar hacia el exterior, dentro de unos lapsos de tiempo sumamente reducidos (unos milésimos de segundo) el aumento de presión que haya ocurrido. En caso de que al interior del transformador ocurra un cortocircuito repentino y violento, se produce instantáneamente un enorme volumen de gas, que hace subir mucho el valor de la presión interior. En caso de que ésta no tenga la posibilidad de descargarse hacia el exterior, el transformador estallará, con todas las consecuencias que puedan derivarse de ello. Puede evitarse que esto ocurra, aplicando una o más válvulas que tengan una sección de descarga proporcional al volumen del aceite que está contenido en el transformador.





PROTECCION CONTRA LAS EVENTUALES SALPICADURAS DE ACEITE CALIENTE

Para evitar que el violento flujo de aceite caliente que sale de la válvula pueda causar daños a personas o cosas, es oportuno que el mismo vaya dirigido hacia un sitio que esté ya listo para recibirlo. Para este fin nuestras válvulas están equipadas de una protección en material plástico. La misma, sin hacer resistencia alguna a la descarga, permite orientar el flujo que sale hacia el punto deseado.

DESHUMEDECEDORES DE AIRE PARA TRANSFORMADORES

Son unos recipientes transparentes para sales de óxido de silicio, llamado gel de sílice, químicamente puro y provisto de indicador a color.

A través de los mismos tiene que pasar el aire aspirado al interior del transformador después de las contracciones térmicas de la masa de aceite.

El gel de sílice tiene la tarea de absorber la humedad del aire y evitar así la contaminación del aceite, mientras que el colorante señala el grado de saturación que se ha alcanzado. Las variaciones del color son reportadas sobre la etiqueta del deshumidificador. Ahora hay que sustituir la sal contenida en el deshumidificador por otra nueva o regenerada.

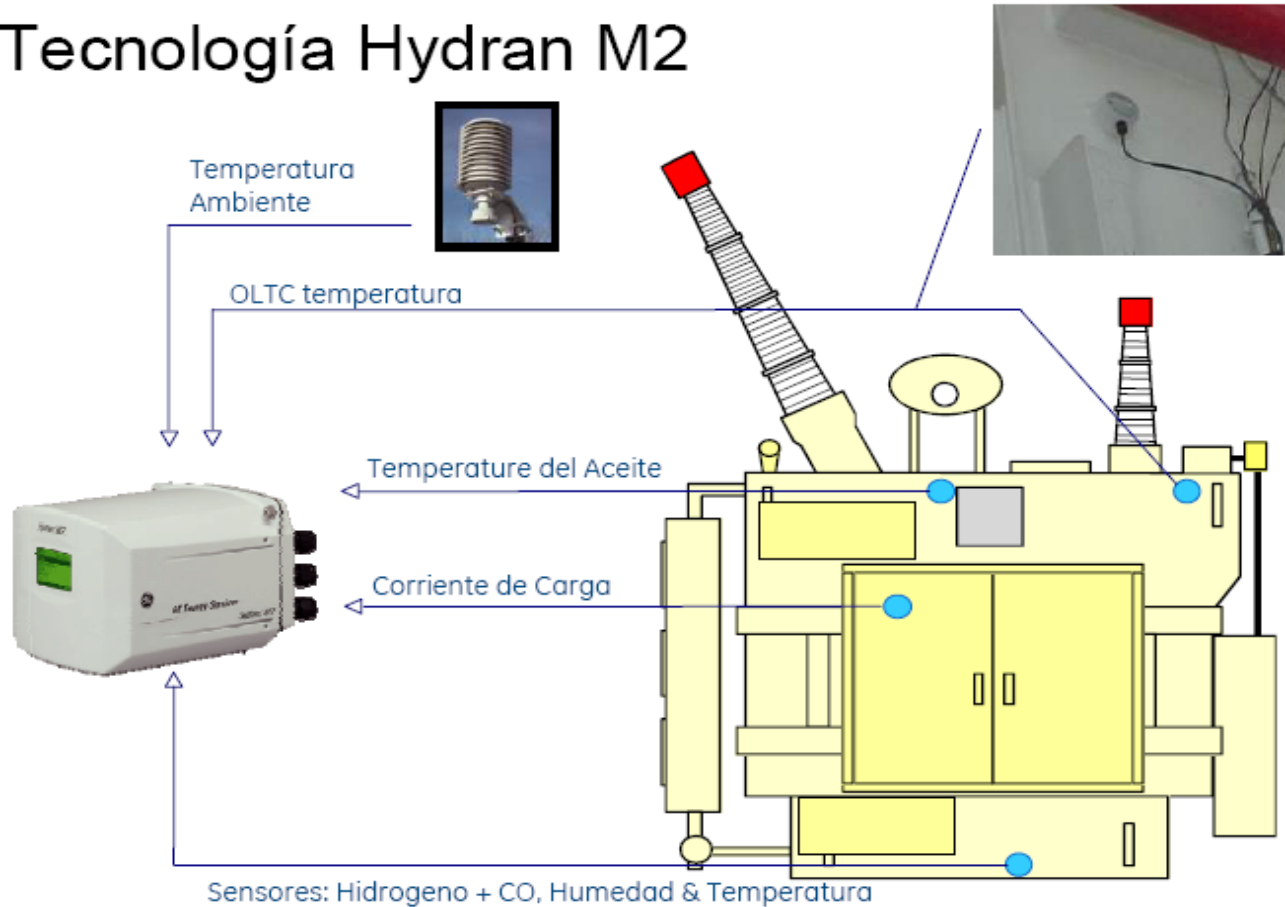
Una propiedad característica del gel de sílice es su elevada capacidad de absorción de la humedad atmosférica.



Tecnología HYDRAN[®] M2

- **Colección, análisis y archivo de la data adquirida.**
- **Lecturas en tiempo real de la humedad y concentracion compuesta de gases.**
- **Los datos están disponibles para los usuarios localmente conectando una PC Portátil.**
- **Las alarmas son activadas automaticamente , a la detección del incremento de los niveles de gases y/o humedad que excedan los límites establecidos por el usuario.**
- **Almacenaje de datos historicos.**

Tecnología Hydran M2



Tecnología HYDRAN[®] M2

- **Colección, análisis y archivo de la data adquirida.**
- **Lecturas en tiempo real de la humedad y concentracion compuesta de gases.**
- **Los datos están disponibles para los usuarios localmente conectando una PC Portátil.**
- **Las alarmas son activadas automaticamente , a la detección del incremento de los niveles de gases y/o humedad que excedan los límites establecidos por el usuario.**
- **Almacenaje de datos historicos.**

Instalación y Montaje de Transformadores

Finalidad

En este capítulo trataremos sobre la instalación y el montaje del transformador en las instalaciones del cliente. Todos y cada uno de los transformadores son probados en fábrica, con esto se garantiza un óptimo funcionamiento de los equipos. Dependiendo del tipo de transformador este puede ser suministrado con todos sus accesorios o con parte de ellos.



Instalación y Montaje de Transformadores

Normas de Seguridad

Un transformador debe transportarse solamente en posición vertical.

El levantamiento por medio de gatos hidráulicos debe realizarse simultáneamente y por igual en por lo menos , dos puntos de alzamiento vecinos. Nunca se deberá levantar un transformador o moverlo colocando palanca o gatos debajo de la válvula de purga, salida del aceite de refrigeración u otros dispositivos.

Todo transformador esta provisto de orejas de izaje. Al alzar un transformador con gruas, se deben observar que el transformador se alcé solamente por la oreja de izaje (cáncamos). Los cables no formen en ningún caso un ángulo de menos de **60°** con la línea horizontal.

Instalación y Montaje de Transformadores

No deben colocarse los cables para la descarga sobre el embalaje. Este no ha sido diseñado para eso y puede ocurrir un accidente. Debido a que el transformador contiene aceite dieléctrico se deben considerar lo siguiente :

- › **PROHIBICIONES ESPECÍFICAS** .- Durante la ejecución de las tareas el personal no debe ingerir alimentos ni bebidas. Tampoco debe fumar.
- › **HERMETICIDAD** .- Se debe verificar el buen estado de los recipientes contenedores.
- › **PROTECCION ANTE DERRAMES**.- Durante las actividades de manipulación, traslado y almacenamiento se debe disponer siempre de bandejas metálicas que puedan contener el producto en caso de detectarse pérdidas.

Si se produjeran salpicaduras o derrames en el suelo se debe delimitar y señalizar la zona afectada, limitándose la extensión del mismo mediante la colocación de absorbentes inertes, arena o aserrín sobre toda la superficie del derrame, levantándose posteriormente

Instalación y Montaje de Transformadores

este material contaminado y colocándolo en recipientes herméticos debidamente rotulados para su almacenamiento y disposición final.

- **PROTECCIONES PERSONALES.-** Se debe disponer y usar el siguiente equipo de protección personal mientras se manipulan los recipientes que contienen aceites dieléctricos o se estén realizando tareas que impliquen un posible contacto con los mismos.
 - ⊙ Delantal de PVC u otra composición adecuada para aceite dieléctrico.
 - ⊙ Guantes de PVC, nitrilo u otra composición adecuada para aceites dieléctricos.
 - ⊙ Lentes de seguridad.
 - ⊙ Además del equipamiento básico para todo trabajo de movilización de materiales: ropa de trabajo, calzado de seguridad y casco.

Instalación y Montaje de Transformadores

Descarga y manipulación

Antes de descargar el transformador del vehículo observe si falta alguna pieza o si existen deformaciones. De ser así, informe al fabricante sobre estas irregularidades antes de iniciar cualquier reparación.

- Cuando se levante el transformador los cables de suspensión deberán mantenerse casi paralelos para evitar que se doblen los pernos de enganche u otras partes de la estructura.



Instalación y Montaje de Transformadores

Cuando un transformador no pueda ser manejado por medio de grúa, podrá moverse deslizándolo sobre patines o sobre rodillos, pero teniendo cuidado de no dañar la base o de no volcarlo. Nunca se deberá levantar un transformador o moverlo colocando palancas o gatos debajo de la válvula de purga, salida del aceite de refrigeración, conexiones de los radiadores u otros dispositivos. Cuando se muevan grandes transformadores sobre rodillos, deberán proveerse vigas para distribuir los esfuerzos sobre la base.



Instalación y Montaje de Transformadores

Montaje de componentes

Algunas veces los transformadores se transportan divididos en varias secciones como pueden ser el tanque principal, los aisladores, el tanque conservador, los radiadores y otras partes.

Los componentes desarmados van embalados en cajas y deben ser confrontados con la lista de empaque suministrada.

•Comprobar la presión de gas.

Con el fin de evitar la impregnación de humedad el tanque principal está lleno de nitrógeno seco (aproximadamente 0.2 kg/cm^2 a 20 C). Remueva la cubierta protectora del manovacuometro montado en el tanque, abra la válvula de conexión y compruebe la presión del gas. Después de revisada cierre fuertemente la válvula. Una indicación positiva señalará que no ha entrado aire o agua al interior del tanque. Si la aguja indica cero, podría ser a raíz de una entrada de agua. En este caso mida la resistencia de aislamiento de los devanados con el objeto de establecer el grado de humedad que ha penetrado en el transformador y tomar las medidas correctivas necesarias.

Instalación y Montaje de Transformadores



Los radiadores son componentes, que por su volumen normalmente vienen desmontados.

Para el montaje de estos componentes en las instalaciones del cliente se deberá seguir las siguientes recomendaciones.

- La apertura de los sellos de transporte deberá ser únicamente el mismo momento del montaje.
- se deberá reemplazar las empaquetaduras utilizadas para el transporte.

Instalación y Montaje de Transformadores



Se disponen de tres tipos de conservador dependiendo del grado de protección que se desee y/o de los accesorios incluidos. Estos son:

1. Tanque conservador convencional Es del que disponen la mayoría de transformadores.

2. Tanque conservador con barrera para conmutador bajo carga.

Este tanque en realidad son dos conservadores montados en un mismo cilindro. La barrera tiene como fin independizar el aceite del transformador y el del conmutador bajo carga; por lo tanto en el llenado del aceite se deberán considerar independientemente los dos compartimentos

Instalación y Montaje de Transformadores

3. Tanque conservador con membrana o separador flexible.

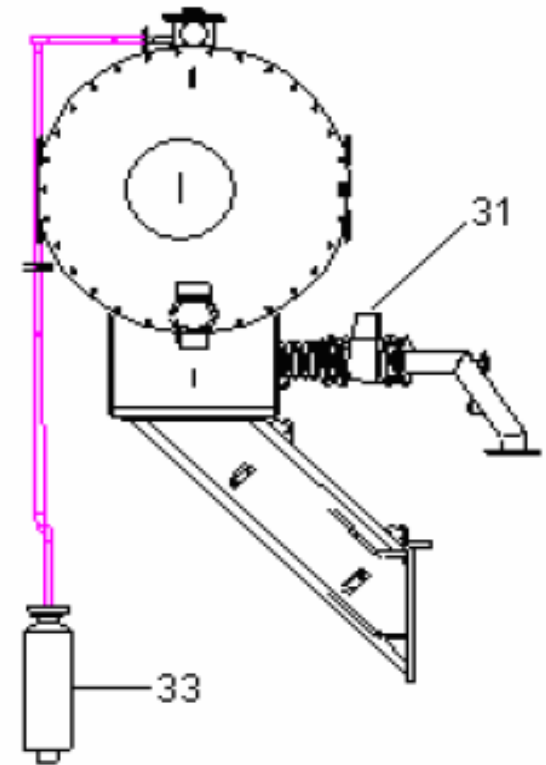
Un separador flexible se coloca en el interior de un conservador cilíndrico o paralelepípedo.

En la parte exterior está en contacto con el aceite y en la parte interior con la atmósfera.

Este tipo de montaje hace posible la compensación para las variaciones del volumen de aceite debido a los cambios de temperatura,

Garantizando:

- 1 - Una eficiente barrera entre el aceite y el aire
- 2 - Una protección contra el vapor de agua
3. La supresión de cualquier burbuja de gas formado en el aceite.
4. La compensación de grandes volúmenes hasta los 15 m³.



Instalación y Montaje de Transformadores



Para el montaje de los Bushing, o aisladores capacitivos se deberán tener la siguientes consideraciones

- Realizar un ensayo de tan Delta y capacitancia de acuerdo a su placa de características.
- Retirar todo objeto alrededor de la zona de montaje. Para luego proceder a retirar la tapa cobertora para la instalación del Bushing,
- Se deberá reemplazar las empaquetaduras cada vez que se requiera reemplazar estos elementos

Instalación y Montaje de Transformadores

Tratamiento y llenado de aceite

Al abrir los tambores de aceite, se debe prestar atención a fin de evitar que la humedad se condense dentro. Se recomienda efectuar el llenado en atmósfera de baja humedad. Los tambores deben abrirse únicamente cuando se requiera de aceite. Antes de llenar con aceite, tome muestras de los tambores y pruebe sus características dieléctricas. Refiérase a la Norma ANSI/IEEE C57.106-1991, IEEE Guide for Acceptance and Maintenance of Oil in Equipment. El aparato para llenado de aceite debe estar limpio y libre de humedad, preste atención para evitar la introducción de humedad dentro del aceite a través de la línea de aceite.

- No energice el transformador mientras se efectúa el vacío o el llenado de aceite.

Con el objeto de hacer mas agil el llenado de aceite, se recomienda colocar el contenido de los cilindros en un tanque metálico o de ser posible en un tanque colapsible.

Instalación y Montaje de Transformadores

Comprobaciones y ensayos previos a la energización

El transformador ha sido probado en fábrica y se garantiza que cumplirá con los objetivos para los cuales fue construido. Del tamaño del transformador, de la importancia del suministro, y del número de partes que debieron ser ensambladas en sitio, depende

la necesidad de realizar algunas o todas de las siguientes pruebas.

Las pruebas que deben realizarse durante y después del montaje son las siguientes:

- 1. Medición de la resistencia de aislamiento**
- 2. Pruebas de polaridad, rotación de fases y relación de transformación**
- 3. Prueba de tangente delta (factor de potencia de aislamiento) y capacitancias**
- 4. Prueba de los dispositivos de alarma y de las unidades de control**
- 5. Prueba de Resistencia de arrollamientos.**
- 6. Análisis de respuesta en frecuencia (SFRA)**
- 7. Otros.**

ACEITES AISLANTES

Objetivo.

**Transmitir información básica a
cerca del Aceite utilizado como
fluido aislante en Transformadores.**

ACEITES AISLANTES

DEFINICION DE ACEITE MINERAL

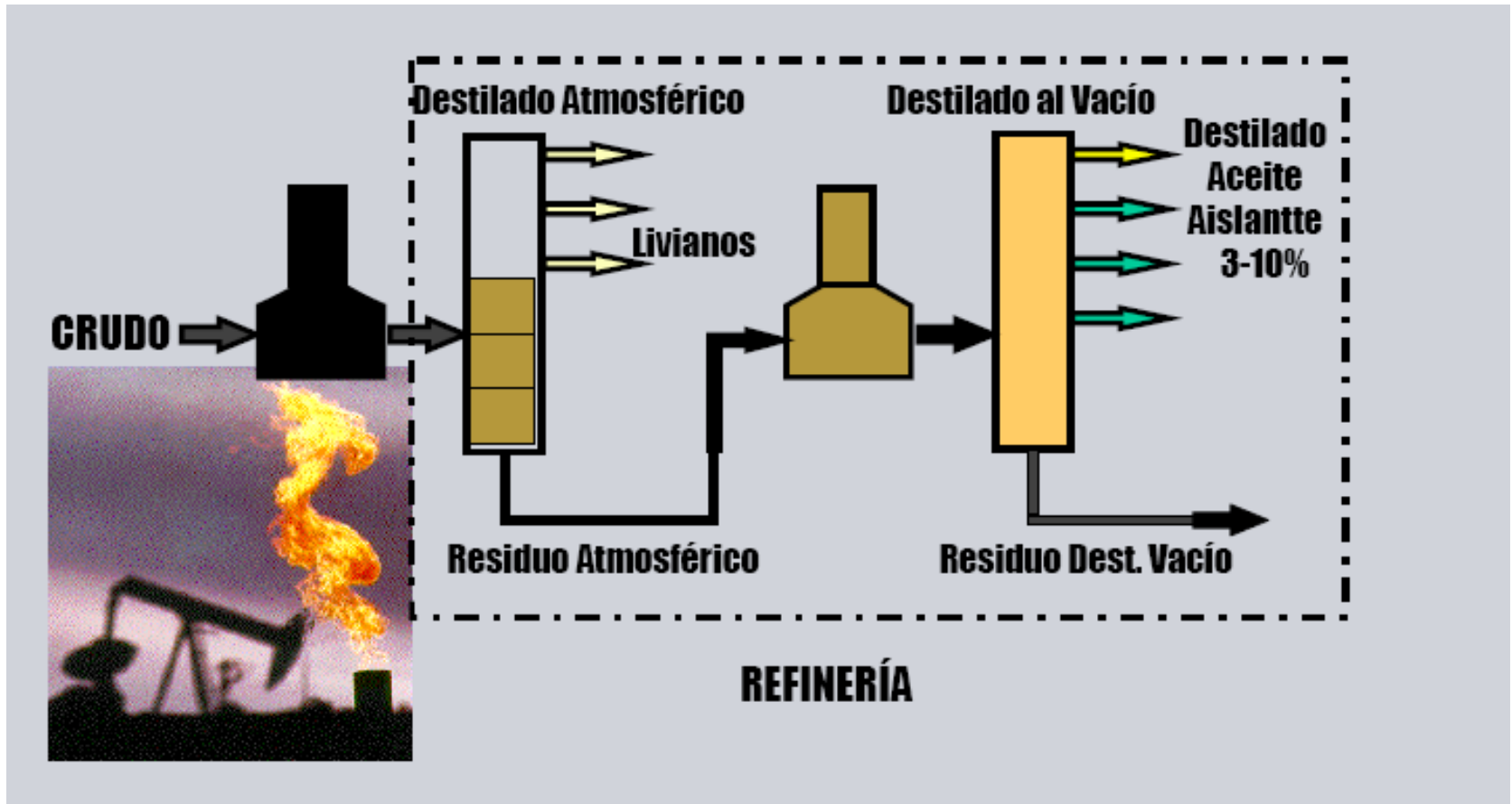
LOS ACEITES MINERALES SON FRACCIONES DERIVADAS DEL PETRÓLEO EN CUYA COMPOSICION ENTRAN HIDROCARBUROS DE BAJO PESO MOLECULAR, DE NATURALEZA REDOMINANTEMENTE, NAFTENICA LIBRE DE COMPUESTOS POLARES

Por qué usar aceite dieléctrico?

NO CORROSIVO A LAS PARTES METALICAS DEL TRANSFORMADOR
HIERRO – COBRE. BAJA SOLUBILIDAD FRENTE A LAS PINTURAS Y
BARNICES PRESENTES EN EL INTERIOR DEL TRANSFORMADOR.
QUIMICAMENTE INACTIVO FRENTE A LA CELULOSA DEL PAPEL.

ACEITES AISLANTES

Obtencion del aceite.



ACEITES AISLANTES

La eficiencia de un transformador depende no solo de su diseño y la forma de operación, sino también de las características del lubricante utilizado para su refrigeración y aislamiento. De hecho, tal como ocurre en otras aplicaciones, los lubricantes para transformadores deben cumplir una variedad de funciones que incluyen:

REFRIGERACION

La función más importante que debe desarrollar un aceite dieléctrico es la de enfriamiento y disipación del calor generado durante la operación de los transformadores. Para cumplir de una forma eficaz con este propósito, el aceite debe poseer no solo una buena fluidez, sino también excelente estabilidad térmica y a la oxidación que le permita circular libremente sin dejar depósitos. Para esto se requiere un aceite de baja viscosidad cuidadosamente refinado para prevenir la formación de lodos.

ACEITES AISLANTES

AISLAMIENTO

La función eléctrica de un aceite para transformador es prevenir la formación de arco entre dos conductores con una diferencia de potencial grande.

Solamente con un aceite que esté esencialmente libre de contaminantes y permanezca así a través de todo el periodo de su vida de servicio pueden cumplirse totalmente los requisitos de aislamiento eléctrico. Para ser un excelente aislante el aceite debe tener baja viscosidad, buenas propiedades dieléctricas y buena capacidad de disipar el calor.

LUBRICACION

El aceite debe proveer una película químicamente inerte y de naturaleza apolar que asegure la protección de las partes metálicas y de los otros materiales presentes en una transformador, sin reaccionar con ellos.

ACEITES AISLANTES

CLASIFICACION DE LOS ACEITES DIELECTRICOS

Las propiedades y el comportamiento de los aceites dieléctricos son similares en muchos aspectos a los aceites para turbinas. Ambos circulan a temperaturas de medianas a altas (40 a 95oC) por largos períodos de tiempo y en continuo contacto con aire y metales. Los aceites dieléctricos se caracterizan por ser de color claro y de baja viscosidad (ISO 15 o menor).

Las especificaciones de los aceites dieléctricos han sido establecidas, a nivel internacional, por organismos oficiales y asociaciones de profesionales e industriales con el objeto de garantizar:

- a. Una calidad uniforme en su producción.**
- b. Un desempeño óptimo durante todo el tiempo de servicio que, en todo caso, no debe ser menor de cinco (5) años, cuando se emplean racionalmente en equipos de alta potencia.**

ACEITES AISLANTES

Las especificaciones internacionales más conocidas y adoptadas son las de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (American Society of Testing and Material, ASTM), que clasifica los aceites dieléctricos, mediante la norma ASTM D- 3487, como aceites tipo 1 y tipo 2.

Los aceites dieléctricos tipo 1 se definen como aceites para equipos eléctricos donde se requiere una resistencia normal a la oxidación, y los de tipo 2 para aquellas aplicaciones donde la resistencia a la oxidación debe ser mayor.

Los aceites tipo 1 se conocen como aceites no inhibidos, porque solamente contienen hasta 0,08% en peso de aditivo antioxidante, y los tipo 2 son aceites inhibidos, en los que el inhibidor de oxidación llega hasta 0,3% en peso.

Las cifras típicas de los aceites tipo 1 y tipo 2 se muestran en la tabla siguiente:

ACEITES AISLANTES

Propiedad	Parámetro	Método ASTM	Aceite Tipo 1	Aceite Tipo 2
Física	Punto de anilina, °C	D-611	63-84	63-84
	Color, Máx.	D-1500	0,5	0,5
	Punto de inflamación, Mín. °C	D-92	145	145
	Tensión interfacial a 25 °C, Mín. dinas/cm.	D-971	40	40
	Punto de fluidez, Máx. °C	D-97	-40	-40
	Gravedad específica, 15°C/15°C Máx.	D-1298	0,91	0,91
	Viscosidad Máx, cSt	D-445 ó		
	100°C	D-88	3,0	3,0
	40°C		12,0	12,0
	0°C		76,0	76,0
Eléctrica	Inspección visual			Claro y traslúcido
	Caída dieléctrica de voltaje, a 60Hz			
	- Electrodo de disco, Min. kV	D-877	30,00	30,00
	- Electrodo VDE, Min gap.			
	0.040 pulg. (1.02 m.m.)	D-1816	28,00	28,00
	0.080 pulg. (2.03 m.m.)		56,00	56,00
	Caída dieléctrica de voltaje	D-3300	145,00	145,00
	condición de impulso, 25°C, Mín. kV 1", gap.	D-2300	+15,00	+15,00
	Factor de disipación (o factor de potencial) a 60 Hz. Máx. %		+30	+30
	25°C	D-924	0,05	0,05
Química	100°C		0,30	0,30
	Estabilidad a la oxidación (prueba de lodos ácidos)	D-2240		
	72 horas: % lodo, Máx. por masa		0,15	0,10
	TAN, mgr KOH/gr.ac.us		0,50	0,30
	164 horas: % lodo, Máx. por masa		0,30	0,20
	TAN, mgr KOH/ gr.ac.us		0,60	0,40
	Estabilidad a la oxidación (bomba rotativa), Mín. minutos	D-2112		195,00
	Contenido de inhibidor de oxidación	D-1473	0,08	0,30
	Máx. % por masa	D-2628		
	Azufre corrosivo	D-1275		
	Agua, Máx. ppm	D-1533	35,00	35,00
	Número de neutralización	D-974	0,03	0,03
	Número ácido total, Máx. mgr KOH/gr.ac.us. Cont. de BCP* ppm	D-4059		No detectable

NOTA: *BCP es el inhibidor de oxidación Butil P-Cresol

ACEITES AISLANTES

PROCESO DE DEGRADACION DE LOS ACEITES DIELECTRICOS

Al igual que ocurre en otras aplicaciones, los lubricantes para servicio en transformadores están sometidos a diversas condiciones de operación y expuestos a la presencia de elementos que con llevan al deterioro gradual de sus propiedades.

El proceso de oxidación de los aceites dieléctricos depende, entre otros, de los siguientes factores:

- La naturaleza o composición del aceite
- La cantidad de oxígeno disponible para la reacción de oxidación.
- La presencia del agua y otros catalizadores de oxidación, tales como partes de cobre.
- El nivel de temperatura al cual es sometido el aceite dieléctrico durante el servicio.

Como ya se ha mencionado, dependiendo del tipo y balance de hidrocarburos empleados en la fabricación del aceite dieléctrico, éste presentará mejores o peores propiedades tanto refrigerantes como de estabilidad química y a la oxidación, factores de gran influencia en el proceso de oxidación del aceite.

ACEITES AISLANTES

El oxígeno disponible para las reacciones de oxidación proviene:

a. Del aire que normalmente está disuelto en dicho aceite.

b. De las electrólisis del agua presente en el equipo.

A mayor cantidad de oxígeno presente en el aceite, las reacciones de oxidación son más completas y frecuentes.

El agua, además de aportar oxígeno para las reacciones de oxidación que ocurren en el aceite, es un buen catalizador para éstas mismas y sobre todo para aquellas que afectan a los metales ferrosos presentes en el equipo (corrosión de la carcasa y del núcleo del transformador).

Conviene recordar que el hierro, el cobre y cualquier otro metal en contacto con el aceite son también catalizadores de las reacciones de oxidación que afectan a éste.

El nivel de temperatura a que normalmente opera el equipo es un factor muy importante en la velocidad de oxidación del aceite dieléctrico y mientras más alta sea dicha temperatura, más rápida será la degradación del aceite, tal como se observa en la tabla siguiente.

ACEITES AISLANTES

NUMERO DE NEUTRALIZACION vs. TEMPERATURA

TEMPERATURA
DE OPERACION
DEL EQUIPO

VIDA UTIL DEL ACEITE*
DIELECTRICO
EN AÑOS

60°C	20,00
70°C	10,00
80°C	5,00
90°C	2,50
100°C	1,25
110°C	7 meses

*Tiempo estimado para que el número de neutralización del aceite alcance una acidez equivalente a 0,25 mg KOH/g.

ACEITES AISLANTES

CURVA DE OXIDACION DE UN ACEITE DIELECTRICO



ACEITES AISLANTES

En la gráfica se muestra la diferencia existente entre las curvas de oxidación de un aceite no inhibido y otro inhibido. Como se puede ver, los inhibidores artificiales de oxidación mantienen la acidez del aceite a un nivel más bajo que los aceites sin inhibidor. Ahora bien, cuando se agota el aditivo antioxidante en el aceite inhibido la reacción de oxidación se acelera drásticamente y por tanto la curva toma forma exponencial con una pendiente mayor que la del aceite no inhibido.

El control requerido sobre el nivel de acidez de un aceite dieléctrico inhibido, en su período final de servicio, es muy exigente debido al cambio radical en el comportamiento de su proceso oxidativo, lo cual podría dar origen a formación excesiva de lodos en el transformador con las consecuentes fallas en su funcionamiento.

ACEITES AISLANTES

Las pruebas ya reseñadas y la frecuencia promedio con que pueden realizarse dichas pruebas se muestran en los cuadros siguientes:

	<i>VOLTAJE DE OPERACION DEL TRANSFORMADOR KV</i>			
	75 ó menos	76-149	150-250	Más de 250
Inspección Inicial				
Fecha:	Antes de energizar el equipo			
Pruebas:	ABCDEF	ABCDEF	ABCDEF	ABCDEFGF
Segunda				
Después de:	2 años	18 meses	1 año	6 meses
Pruebas:	ABCD	ABCD	ABCD	ABCDEFGF
Tercera				
Después de:	18 meses	1 año	1 año	6 meses
Pruebas:	ABCD	ABCD	ABCD	ABCDE
Subsiguientes				
Después de:	1 año después de la última inspección			
Pruebas:	ABCD	ABCDEF	ABCDEFGF	ABCDEFGF

ACEITES AISLANTES

SIGNIFICADO DE LAS LETRAS

- A** - Color, ASTM D-1500
- B** - Número de neutralización, ASTM D-974
- C** - Tensión interfacial, ASTM D-971
- D** - Tensión de ruptura, ASTM D-877
- E** - Factor de potencia, ASTM D-924
- F** - Contenido de agua, ASTM D-1315 ó D-1523
- G** - Análisis de gases disueltos

ACEITES AISLANTES

ACEITES SINTETICOS

La aplicación de aceites sintéticos como aislantes eléctricos ha sido muy limitada. Recientemente se han empleado fluidos sintéticos a base de silicona y esteres de ftalato en aplicaciones especiales donde un alto grado de seguridad y muy amplio tiempo de servicio es requerido. También, últimamente, se están ensayando aceites dieléctricos de naturaleza predominantemente parafinica.

Las pruebas y su interpretación son prácticamente las mismas para un aceite sintético a base de silicona que para un aceite mineral. El test de oxidación no se requiere para las siliconas debido a que este material no se oxida (no forma lodos).

ACEITES AISLANTES

ACEITES VEJETALES

Son fluidos de aceite vegetal refrigerante dieléctrico resistente al fuego, basado en éster natural, específicamente formulado para uso en transformadores de distribución y potencia donde sus exclusivas propiedades ambientales, químicas, eléctricas y de seguridad contra incendio constituyen una ventaja. Son formulados a partir de aceites vegetales comestibles y aditivos de mejoría de desempeño de clase comestible. No contiene petróleo, halógenos, silicones u otro material cuestionable. Se degrada rápido y totalmente en el suelo y en ambientes acuáticos. El fluido se comporta como no tóxico en ensayos de toxicidad acuáticos. Es de color verde para destacar su perfil ambiental favorable y distinguirlo del aceite mineral.

Estos fluidos poseen un punto de combustión excepcionalmente elevado de 360°C y un punto de inflamación de 330°C. Posee la más alta resistencia a la inflamación de los fluidos resistentes al fuego actualmente disponibles. Está referido como fluido de Alto Punto de Combustión o “Resistente al Fuego”.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

El transformador requiere menor cuidado comparado con otros equipos eléctricos. El grado de mantenimiento e inspección necesarios para su operación depende de su capacidad, de la importancia dentro del sistema eléctrico, del lugar de instalación dentro del sistema, de las condiciones climatológicas, del ambiente y en general, de las condiciones de operación.

En esta parte del manual se suministran las instrucciones de operación y mantenimiento.

Nuestra intención es prestar la asistencia necesaria al personal de mantenimiento para facilitarle una inspección periódica del transformador e indicarle los pasos que se deben seguir para efectuar un examen más detallado de la parte activa en caso de que se requiera.

Mantenimiento

Es toda actividad, en equipamientos obras o instalaciones, orientada a asegurar sus condiciones de cumplir con seguridad y eficiencia su función original, tomando en consideración las condiciones operativas y económicas.

Mantenimiento Preventivo

Servicio programado de control conservación o restauración. Anual

Mantenimiento Predictivo: Cerca al Límite, Mes, Semana

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Destinado a corregir efectos de ocurrencias. (No programado)

Mantenimiento Correctivo de Emergencia: Inmediato

Mantenimiento Correctivo de Urgencia: más breve plazo

Mantenimiento Correctivo Programado

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Programa de mantenimiento preventivo

Anote las lecturas de los medidores que están generalmente instalados, ya que son de mucha utilidad. Cuando las lecturas sean muy diferentes de las obtenidas en condiciones normales, es necesario realizar una cuidadosa verificación. Además de lo anterior, se debe prestar atención a los fenómenos anormales tales como ruido, cambio de color o de olores, que pueden detectarse a través de los sentidos.

- **Temperatura del transformador.**

La temperatura del transformador está directamente relacionada con la duración de los materiales de aislamiento, por lo que es necesario prestarle atención. En el caso de transformadores contruidos de acuerdo con normas ANSI, la temperatura máxima permitida para el aceite es de 90°C y la temperatura máxima del punto más caliente de 110°C.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

- **Inspección del volumen de aceite.**

El volumen del aceite tiene siempre que ser verificado desde el punto de vista del aislamiento y de la refrigeración. Cuando el nivel de aceite fluctúe notoriamente en relación con la temperatura, se debe detectar la causa para un oportuno arreglo.

- **Ruido.**

En algunos casos se puede percibir algún ruido anormal, cuando se está familiarizado con el sonido que el transformador produce durante la operación normal, lo cual puede ayudar a descubrir alguna falla. Las siguientes son las causas posibles de ruido anormal:

- a) Resonancia de la caja y de los radiadores debida a cambios anormales en la frecuencia de la fuente de corriente,
- b) un defecto en el mecanismo de ajuste del núcleo,
- c) un defecto en la estructura central, (como desajuste en el núcleo) es posible que se encuentren flojos los tornillos de sujeción de las bridas,
- d) aflojamiento de las piezas de anclaje, y
- e) ruido anormal por descarga estática, debido a partes metálicas carentes de tierra o a imperfección de la puesta a tierra.

Estos ruidos pueden detectarse desde fuera o acercándose a la caja, aún cuando no sean muy fuertes.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Aflojamiento de las piezas de fijación y de las válvulas.

Cuando encuentre los terminales de tierra flojos, desenergice el transformador y apriételos enseguida. Los tornillos de los cimientos que estén sujetos a grandes cargas, deben ser apretados firmemente para evitar el desplazamiento del transformador.

En algunos casos las válvulas se aflojan debido a vibraciones, apriételas nuevamente.

• Fugas de aceite.

Las fugas de aceite pueden ser causadas por el deterioro de algún empaque o por mal posicionamiento; algunas tardan en descubrirse, verifique cuidadosamente las válvulas y los empaques. Si hay algún defecto que pudiera causar una fuga, informe al fabricante.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Periodicidad de las inspecciones

No	Piezas a inspeccionar	Periodicidad	Observaciones
1	Termómetros	Una vez al año	
2	Accesorios con contactos de alarma y/o disparo	Una vez al año	Verifique las condiciones de operación de los contactos y mida la resistencia de aislamiento del circuito
3	Ventiladores de refrigeración	Una vez al año	Si se encuentra alguna anomalía
4	Conservador	Una vez en cinco años	
5	Resistencia de aislamiento de los devanados	Una vez al año	Cuando se note un cambio brusco después de años de uso o cuando se note un cambio en comparación con datos registrados en pruebas anteriores.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

6	Medición de Tan $\square$	Una vez en tres años	Igual que el punto 5.
7	Rigidez del aceite dieléctrico.	Una vez al año	
8	Valor de acidez del aceite.	Una vez al año	
9	Prueba del funcionamiento del aceite.	Revise si se nota anomalía en las pruebas de los ítem 5 al 8.	Tome dos litros de aceite y revíselos de acuerdo con ASTM D3487
10	Aceite de aislamiento filtrado	Revise si se nota anomalía en las pruebas de los ítem 5 al 8.	
11	Componentes del interior	Una vez en siete años	

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Normas de mantenimiento del aceite aislante

Para mantener el transformador en perfectas condiciones de operación se deben tener en cuenta los puntos anteriores, cuidando también de la operación de rutina y sin falta alguna se debe dar el tratamiento adecuado en cuanto se note algún cambio en las condiciones de servicio. Es necesario también Desenergizar el transformador a intervalos regulares y llevar a cabo una inspección meticulosa.

Con esta rutina y con inspecciones regulares, el grado de deterioro se podrá minimizar.

Ya que un transformador está formado de muchas partes, tales como el aceite de aislamiento, los equipos de refrigeración, etc. debe ser atendido permanentemente.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

El aceite además de servir como medio aislante sirve para transferir el calor generado en las bobinas y el núcleo hacia las paredes del tanque y los radiadores. Por esto se requiere que cumpla con las siguientes características:

- Elevada rigidez dieléctrica
- Baja viscosidad
- Bien refinado y libre de materiales que puedan corroer las partes metálicas
- estar libre de humedad y componentes que se polaricen
- Tener un bajo punto de fluidez
- Que tenga poca evaporación.

Las técnicas de manufacturación de los transformadores y su confiabilidad se han mejorado a tal grado que la inspección interna es casi innecesaria; actualmente el mantenimiento se limita casi exclusivamente al mantenimiento del aceite para prevenir su deterioro:

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Como ya hemos visto, la vida útil del transformador depende de la vida del papel aislante y este a su vez depende del estado de oxidación del aceite aislante.

El aceite aislante mineral sufre también una degradación térmica, debido a esfuerzos térmicos y eléctricos que generan productos de descomposición, que son indicadores de fallas en el sistema eléctrico del transformador.

Durante deterioro del aceite aislante, como por ejemplo la humedad la sobrecarga, el sobrecalentamiento y la falta de mantenimiento.

La humedad, el calor y el oxígeno, crean un ambiente propicio para deteriorar el aceite aislante. Con ensayos periódicos podemos comprobar el grado de deterioro del aceite detectando el momento en que se inicia la formación de sedimento y así tomar medidas para evitar el envejecimiento prematuro y el aumento de fallas que puedan causar la pérdida total del equipo.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Parte de estos ensayos se le denomina Fisico – Químicos y se componen de la siguientes pruebas:

- 1. INDICE DE NEUTRALIZACION (ACIDEZ)**
- 2. TENSION INTERFACIAL**
- 3. PERDIDAS DIELECTRICAS (FACTOR DE POTENCIA O TANGENTE DELTA)**
- 4. RIGIDEZ DIELECTRICA**
- 5. CONTENIDO DE AGUA**

Análisis Cromatografico

El conocimiento que se tenga a través de la composición de gases disueltos en el aceite mineral aislante hace posible detectar la existencia de fallas, aun cuando estas se encuentran en una etapa inicial.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

- El método en este tipo de mantenimiento consiste en la extracción de los gases disueltos en una pequeña muestra de aceite aislante donde una parte de los gases extraídos son analizados por cromatografía en estado gaseoso determinándose así su composición cualitativa y cuantitativamente. Los resultados obtenidos son analizados según criterios de diagnósticos preestablecidos, a través de los cuales se puede observar la existencia de fallas y luego tomar las precauciones necesarias de mantenimiento.
- El periodo para realizar los análisis es indicado por el laboratorio, pues varia de acuerdo con los resultados obtenidos y con el índice de evolución así como las características e importancia del transformador. La secuencia de la muestra es sugerida con el fin de crear un historial para realizar un mejor seguimiento al transformador en observación.
- En el caso de transformadores nuevos se recomienda la toma de muestras al mes y a los 3 meses de haber puesto al equipo en servicio.
- Posteriormente se recomendaran continuar con el seguimiento de acuerdo a la recomendación del laboratorio.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Mantenimiento e inspección de los bujes o aisladores

Inspección de rutina

- Excesivo calentamiento local:

Ponga atención a la parte sujetadora de los terminales. Es conveniente pintar dicha parte con pintura indicadora de calor.

- Contaminación:

Cuando haya mucho polvo y sal, se debe efectuar una limpieza para la cual debe detenerse el funcionamiento del transformador

- Daños mecánicos:

Verifique si existen daños o fugas de aceite en los bujes

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Inspección regular (una vez cada dos años)

- Evaluación del deterioro del aislamiento:

Los métodos para detectar el deterioro del aislamiento son la medición de la resistencia de aislamiento y de la tangente delta.

La medición de la resistencia de aislamiento en los bujes no es sencilla, ya que el buje y los devanados del transformador deben independizarse; no obstante, la medición debe tratar de hacerse lo mejor posible. La medición de la tangente delta también es difícil, ya que los bujes deben separarse del transformador en la mayoría de los casos.

La evaluación del resultado de la medición no debe depender únicamente de los valores absolutos obtenidos, sino de los valores obtenidos cada año y de la variación entre ellos.

Si hay grandes discrepancias en los valores, es necesario un cuidado especial

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Cuando la resistencia de aislamiento es superior a 1000 MΩ a temperaturas normales, puede considerarse como una buena condición, pero el valor de la tangente delta también debe tomarse al considerar la evaluación.

Inspección por excesivos calentamientos parciales

El calentamiento excesivo de los terminales se debe en la mayoría de los casos a aflojamientos; si llegara a observarse, elimine el polvo de las partes de contacto y apriete firmemente.

Inspección de daños locales (fisuras) de los bujes

La limpieza de los bujes debe hacerse según se mencionó. Si los daños son muy serios cambiar por nuevos.

Inspección de fugas de aceite

Revise las diversas piezas de los bujes para ver si hay fugas de aceite. Si el aceite se sale por el empaque, ajústelo ó cámbielo. Si son del tipo inmerso en aceite y el aceite se fuga por otra parte fuera del buje, informe al fabricante.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Mantenimiento e inspección de los termómetros

Es importante que se verifique la temperatura del transformador en servicio, ya que ello indica las condiciones del funcionamiento. Las condiciones internas y la normalidad del interior, por lo tanto, los indicadores que miden la temperatura deben revisarse y mantenerse en buen estado, para que indiquen correctamente la temperatura.

Mantenimiento e inspección del indicador de nivel de aceite

El medidor está colocado fuera del conservador y es de construcción simple; muestra el nivel del aceite directamente, viéndolo desde el exterior. Ponga atención a una fuga de aceite por su parte visible. Cuando el cristal esté manchado, límpielo con un trapo.

Mantenimiento e inspección de los relés de protección

Los relés de protección que se mencionan a continuación necesitan inspección una vez al año:

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

- **Relé de Buchholz**

Este relé está hecho para proteger al transformador inmerso en aceite contra fallas internas. Está fijado al tubo de conexión entre el tanque del transformador y el conservador.

- **Relé de protección del cambiador de tomas bajo carga**

Este relé protege al transformador y al cambiador de tomas bajo carga contra averías. Es por tanto parte integrante de nuestro suministro.

Debe estar conectado de tal forma que su funcionamiento provoque la desconexión inmediata del transformador.

- **Mantenimiento e inspección de la válvula de sobrepresión**

La válvula de alivio de sobrepresión con contactos de alarma, acciona la alarma cuando funciona la aguja del interruptor. Está colocada haciendo contacto con la placa de expansión; el resorte de ajuste y los contactos del micro interruptor están en relación con el elevador que se relaciona a su vez con la aguja del interruptor.

GUIA DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Mantenimiento e inspección de los respiradores de Silica gel

Estos dispositivos están hechos para eliminar la humedad y el polvo que entran al transformador, con el movimiento del aire resultante de la fluctuación de la temperatura del aceite del transformador; está colocado entre el paso del aire del transformador y la atmósfera.

Mantenimiento e inspección de las empaquetaduras

• Instalación de los empaques

Cuando use un empaque siga las instrucciones del fabricante, pero en caso de que no las tenga a mano, las siguientes pueden seguirse para un caso general. Para los empaques de la superficie de reborde del transformador común, se usa Nitrilo.

• Métodos para unir los empaques

Es mejor usar el empaque sin unión, pero ésta no puede evitarse cuando el empaque es muy grande. Hay empaques redondos, cuadrados, rectangulares y ovalados, pero en cualquier caso trate de unir el empaque por una parte recta. La parte que se sobrepone debe medir más de 25 mm y debe aplicarse un adhesivo en la unión.

3. Puesta en servicio



MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADOR.

Generalidades

- Nuestros transformadores están constituidos de tal manera que su mantenimiento se reduce a un mínimo.
- Recomendamos respetar y atenerse a los periodos de mantenimiento a menos que por causas locales o por condiciones especiales sean necesarios controles más frecuentes. .

Mantenimiento Preventivo del Aceite

Tiempo aconsejado para la revisión	Parte o apartado para revisar	Trabajos que se deben efectuar para el control
06 MESES – 1 AÑO	Nivel aceite	Antes de instalar el transformador, comprobar que el nivel del indicador de aceite se encuentre por encima de la marca mínima indicada.
	Aceite	Evaluar las condiciones del aceite con las pruebas correspondientes(ensayos de rigidez dieléctrica, etc).
	Deshumecedor	Verificar el color del Silicagel. Color naranja, se encuentra en buen estado. Incoloro, cambiar o quitar la humedad mediante el proceso de secado.

3. Puesta en servicio



MANTENIMIENTO DE ACEITE..

El estado del aceite es de primordial importancia para la vida útil del transformador.

- Por ello recomendamos la comprobación periódica de los valores y propiedades que determinan el estado del aceite para proceder a su mantenimiento (por regeneración, etc.) (ver catalogo del fabricante del aceite).

ENSAYO DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE AISLANTE..

TABLA N° 02

Rigidez dieléctrica mínima en función de la tensión de servicio del transformador

Tensión max. de servicio del Transf.. KV	Transformadores nuevos			Transformadores ya en servicio		
	CEI 156	ASTM D-1816	ASTM D-877	CEI 156	ASTM D-1816	ASTM D-877
	KV/2,5mm	KV/0,08"	KV/0,1"	KV/2,5mm	KV/0,08"	KV/0,1"
Hasta 36	50	40	28	40	32	25
37 – 170	55	45	29	45	36	26
171 – 300	60	50	30	50	40	28
Más de 300	65	55	32	55	45	30

www.epli.com.pe



100% hecho en Perú

3. Puesta en servicio



CONSIDERACIONES..

- La prevención de fallas en los transformadores de media y alta tensión exige la realización periódica del ensayo de rigidez dieléctrica del aceite.
- El ensayo de la rigidez dieléctrica se realiza utilizando el espinterómetro, en una muestra de aceite tomando de 5 a 6 lecturas de acuerdo a la norma elegida indicadas en el cuadro anterior.
- El valor de la tensión a la cual se produjo la descarga se considera como rigidez dieléctrica de la muestra (promedio de varios ensayos sucesivos).
- Un valor bajo es una señal de peligro para el transformador llenado con ese aceite. La causa reside normalmente en una contaminación por humedad y/o partículas sólidas en suspensión.
- El procedimiento indicado en este caso consiste en someter el aceite a un proceso de tratamiento de termovacío..

PRECAUCIONES PARA TOMAR LAS MUESTRAS...

Si bien el ensayo de rigidez dieléctrica del aceite es relativamente sencillo, con frecuencia aparecen resultados irregulares que producen desconcierto.

3. Puesta en servicio



CONSIDERACIONES..

- Las muestras de aceite serán enviadas de preferencia en recipientes de vidrio.
Todo recipiente debe llevar una etiqueta que indique en forma clara:
 - Nombre del propietario de la muestra
 - Tipo, número, potencia y tensión primaria del transformador en el cual se usa el aceite. • La fecha en que se saca la muestra. • La capacidad del recipiente debe ser como mínima un litro.
No se debe usar tapones de jebe sólo tapones de corcho o de vidrio esmerilado.
 - Los tapones de corcho deben ser nuevos y de buena calidad; para evitar contacto con el aceite deben estar cubiertos con un forro de estaño o aluminio.
 - Las muestras que estén en botellas de vidrio deben conservarse en lugares oscuros para impedir que la luz pueda alterar las características de la muestra.
- Limpieza del recipiente.**
- El recipiente destinado a contener la muestra de aceite debe estar bien pulido antes de usarse, debiendo tener cuidado que no tenga trazas de pelusa (textil) u otra materia fibrosa.
 - El recipiente debe ser bien lavado con jabón líquido y enjuagarlo con agua destilada, finalmente secarlo con corriente de aire caliente.
 - Se debe tener presente que al momento de sacar la muestra es preferible que la temperatura del aceite haya alcanzado la del ambiente, es más, que no esté lloviendo y no exista demasiada humedad.
El envase que contiene la muestra debe enviarse completamente hermético y sellado.



3. Puesta en servicio



CONSIDERACIONES..

- Las muestras de aceite serán enviadas de preferencia en recipientes de vidrio.
Todo recipiente debe llevar una etiqueta que indique en forma clara:
 - Nombre del propietario de la muestra
 - Tipo, número, potencia y tensión primaria del transformador en el cual se usa el aceite. • La fecha en que se saca la muestra. • La capacidad del recipiente debe ser como mínima un litro.
No se debe usar tapones de jebe sólo tapones de corcho o de vidrio esmerilado.
 - Los tapones de corcho deben ser nuevos y de buena calidad; para evitar contacto con el aceite deben estar cubiertos con un forro de estaño o aluminio.
 - Las muestras que estén en botellas de vidrio deben conservarse en lugares oscuros para impedir que la luz pueda alterar las características de la muestra.
- Limpieza del recipiente.**
- El recipiente destinado a contener la muestra de aceite debe estar bien pulido antes de usarse, debiendo tener cuidado que no tenga trazas de pelusa (textil) u otra materia fibrosa.
 - El recipiente debe ser bien lavado con jabón líquido y enjuagarlo con agua destilada, finalmente secarlo con corriente de aire caliente.
 - Se debe tener presente que al momento de sacar la muestra es preferible que la temperatura del aceite haya alcanzado la del ambiente, es más, que no esté lloviendo y no exista demasiada humedad.
El envase que contiene la muestra debe enviarse completamente hermético y sellado.

www.epli.com.pe



100% hecho en Perú

GRACIAS



JESÙS AGUILAR

Jefe de Transformadores de Potencia