

## Instrucciones de instalación y mantenimiento para transformadores de distribución sumergidos en líquido



## Contenido

Advertencia.....	3
Condiciones de aplicación general .....	3
Condiciones de la garantía.....	3
Transporte.....	4
Transporte por camión.....	4
Transporte por ferrocarril o mar .....	4
Transformadores de distribución móviles .....	4
Procedimiento de aceptación .....	4
Almacenamiento de transformadores .....	5
Preparación y verificación de transformadores antes del almacenamiento .....	5
Monitoreo y verificación de transformadores durante el almacenamiento .....	5
Almacenamiento después de la puesta fuera de servicio.....	5
Instalación y conexión de transformadores de distribución sumergidos en líquido.....	6
Instalación.....	6
Conexiones .....	6
Puesta a tierra .....	6
Puesta en funcionamiento.....	7
Control externo .....	7
Medidas eléctricas antes de la puesta en funcionamiento .....	7
Conexión a la electricidad .....	7
Funcionamiento en paralelo.....	8
Mantenimiento.....	9
Control externo anual .....	9
Mantenimiento bianual .....	9
Muestreo y análisis de líquidos .....	9
Servicio Posventa de Kyte Powertech .....	10
Accesorios .....	10
Normativa .....	11
Fin de vida útil.....	11
Anexo: Medición de la resistencia de aislamiento (prueba de megóhmetro).....	12
Procedimiento de medición .....	12

## Advertencia

Al levantar o desplazar el transformador, se debe tener cuidado para asegurarse de que el aparato de elevación, las herramientas de tracción u obstáculos adyacentes no dañen los bujes, las aletas de refrigeración y otros accesorios. Antes de conectar el transformador a la electricidad, se debe completar una revisión visual básica de los componentes eléctricos y mecánicos. Comprobar que:

- > El transformador no está dañado.
- > Las aletas no están dañadas.
- > No existen fugas de aceite.
- > La pintura no está dañada.
- > Los bujes y accesorios no están dañados.

Nunca abra un transformador sellado herméticamente. Póngase en contacto con nuestro departamento de Servicio posventa para obtener instrucciones. No abra nunca un transformador de este tipo a temperaturas del aceite superiores a 20 °C (lectura de la funda del termómetro), ya que podría salir aceite caliente.

¡No debe operarse la manija del cambiador de tomas cuando el transformador esté conectado a la electricidad (debe estar FUERA DE CIRCUITO)! En caso de presencia de un tanque de expansión: quitar la junta del respiradero montado o reemplazar la brida ciega e instalar el respiradero.

Consulte la Hoja de datos técnicos (TDS) y las Hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) para conocer todas las medidas de seguridad y precauciones sobre el peligro de incendio, la exposición a la piel o la contaminación de materiales como pinturas y líquido de enfriamiento.

## Condiciones de aplicación general

Estamos encantados de que haya comprado un transformador Kyte Powertech. Se fabricó utilizando las últimas técnicas, se probó en su totalidad y se sometió a una minuciosa inspección final antes de la entrega. A pesar de estas precauciones, pueden surgir dificultades durante el transporte, la instalación o el funcionamiento. Por eso le recomendamos que lea atentamente las siguientes instrucciones.

Un transformador es un aparato eléctrico y, por lo tanto, debe manipularse de acuerdo con las instrucciones de seguridad nacionales aplicables.

### Observaciones:

Este manual se aplica a los "Transformadores de distribución" sumergidos en líquido que cubren la gama de transformadores hasta unos 5MVA/36kV, no solo utilizados para distribución de electricidad sino también para suministro de energía a la industria ligera y aplicaciones elevadoras de generadores.

Esta gama suele utilizar transformadores con tanques con aletas. Si ha optado por un tanque transformador con radiadores, otras instrucciones son parcialmente aplicables. Consúltenos sobre ellas.

Este manual se aplica a los transformadores sumergidos en líquido en los que el líquido puede ser:

- > Aceite mineral según la IEC 60296.
- > Fluido de silicona según la IEC 60836.
- > Éster sintético según la IEC 61099.
- > Éster natural (vegetal) según la ficha técnica del proveedor.

## Condiciones de la garantía

El transformador generalmente viene con una garantía de fábrica contra defectos de construcción que se aplica durante 12 meses después de su puesta en funcionamiento, con un máximo de 18 meses después de salir de fábrica. Cualquier desviación debe establecerse contractualmente. La garantía se limita a la reparación o posible sustitución

del transformador y esta reparación o sustitución no amplía la garantía original. Si surgen dificultades durante el período de garantía y posteriormente, se puede contactar con el Departamento de Servicio de Kyte

Powertech. Ellos le brindarán la asistencia necesaria.

En caso de disputas de interpretación, las "Condiciones generales de venta" de Kyte Powertech prevalecerán sobre estas instrucciones y los "Acuerdos especiales" prevalecerán sobre las "Condiciones generales de venta".

## Transporte

Los transformadores de distribución se envían "listos para la instalación", es decir, llenos del líquido aislante y con los accesorios instalados (u ocasionalmente se suministran por separado).

### Transporte por camión

Los transformadores deben asegurarse firmemente en la parte superior e inferior del camión. En la parte inferior, clavando el calce, utilizando esterillas de goma u otros medios; los rodillos fijos deben sujetarse con abrazaderas. El transformador debe asegurarse firmemente en la parte superior mediante las orejas de enganche o mediante las orejetas especiales de seguridad para el transporte. Si se utilizan correas de sujeción, asegúrese de que no tiren de las aletas o de los refuerzos de las mismas. Si el transformador está equipado con un tanque de expansión y un respiradero de gel de sílice, consulte acerca del sellado hermético.

### Transporte por ferrocarril o mar

Los transformadores generalmente se empaquetan en cajas o contenedores resistentes. Cuando se empaquetan en cajas, las orejas de enganche del transformador se pueden utilizar para levantar todo el equipo. En ningún caso, no se debe permitir que la humedad penetre en el transformador. Esto no es un problema para transformadores sellados herméticamente, los que disponen de amortiguadores de gas y los que tienen llenado integral. El líquido no puede entrar en contacto con el aire circundante. En el caso de los transformadores con tanque de expansión, la infiltración de aire durante el transporte y el almacenamiento se evita mediante:

- > Ya sea colocando una junta en la tapa del desaireador (respiradero) (que debe quitarse antes de que se energice el transformador);
- > O sustituyendo el respiradero de gel de sílice por una brida ciega que evita la infiltración de aire. En ese caso, el respiradero se suministra por separado. Las instrucciones de montaje se incluyen con el respiradero de aire.

### Transformadores de distribución móviles

Para mover un transformador, se requieren los siguientes accesorios, dependiendo del tamaño del transformador y las direcciones:

- > Un juego de rodillos cuyas ruedas se pueden cambiar de forma muy sencilla en dirección longitudinal o diagonal;
- > Orejas de enganche en la cubierta principal;
- > Refuerzo del fondo del tanque del transformador que permite el transporte en carretilla elevadora; y
- > Si es necesario, bajo petición especial, manguitos de elevación y/o orejas (fijas o extraíbles) sobre la base de rodillos o carro.

**Atención:** Nunca levante un transformador debajo de las aletas de refrigeración. Nunca use los bujes (aisladores de alta tensión (AT) o baja tensión (BT)) para guiar el transformador cuando lo mueva. Tampoco se debe tirar de las aletas o refuerzos de las aletas (barra redonda en la parte superior e inferior de las aletas).

Las orejetas de seguridad no deben usarse para manipular el transformador, sino exclusivamente para asegurar el transformador durante el transporte.

### Procedimiento de aceptación

A la llegada de un transformador y sus accesorios, todo debe inspeccionarse de cerca.

Deben comprobarse los siguientes puntos:

- > ¿Está dañada la caja?
- > ¿Hay óxido o la pintura del transformador o de sus accesorios está dañada?
- > ¿Están dañados el tanque del transformador o sus accesorios?
- > ¿Hay fugas?
- > Si el nivel de líquido es visible, ¿es lo suficientemente alto?
- > ¿Está completa la entrega? Verifique el número de transformadores, el número de cajas de accesorios y compruebe que todos los accesorios estén instalados o presentes.
- > Verifique la información en la placa de características.

Todas las desviaciones deben marcarse inmediatamente en el albarán de entrega (CMR) y deben informarse de inmediato a Kyte Powertech. Si no se ha recibido ningún informe dentro de las 24 horas posteriores a la llegada a casa del cliente, se asumirá que la entrega llegó completa y en buenas condiciones.



En relación con el seguro de transporte, se aplicará el siguiente procedimiento en caso de daños:  
> Si ningún transporte por mar precedió al transporte por tierra y no recibió un certificado de seguro:

- Declarar responsable a la empresa de transporte mediante comentario en el albarán de entrega y carta certificada;
- Hacer lo que sea necesario para limitar el daño y evitar daños adicionales;

- Informar a Kyte Powertech.

> Si el transporte por mar precedió al transporte por tierra o recibió un certificado de seguro:

- Siga cuidadosamente las instrucciones que se encuentran en el reverso del certificado de seguro; No firme un comprobante de recibo "limpio"; registre sus reservas en estos documentos;
- Informar a Kyte Powertech.

> En caso de transporte por ferrocarril: hacer que las autoridades en la estación de la que se recoja la entrega elaboren un informe. Este procedimiento de aceptación debe repetirse después de cada etapa de transporte, para que se pueda establecer el origen del daño.

## Almacenamiento de transformadores

### Preparación y verificación de transformadores antes del almacenamiento

> Si se proporciona un respiradero de aire, debe instalarse y llenarse con gel de sílice seco. Rellene el cierre de aceite y colóquelo debajo del respiradero. Se verifica el nivel de líquido y, si es necesario, se agrega líquido. Para obtener más información al respecto, consulte el capítulo "Mantenimiento".

> Se retoca cualquier daño a la pintura. Póngase en contacto con Kyte Powertech para conocer el procedimiento correcto.

> Si se suministra un relé Buchholz, se retira la protección de transporte (bloqueo del botón de prueba).

> Si se instala un panel de explosión, reemplace la placa ciega por la membrana de aluminio.

El almacenamiento está limitado a 1 o 2 semanas. Si dura más tiempo, se debe instalar el tanque de expansión y, en su caso, el respiradero de aire, y el transformador debe llenarse o reponerse con el líquido proporcionado. El almacenamiento debe realizarse preferiblemente en una zona seca y ventilada, a menos que el transformador esté protegido por una cubierta sin condensación.

### Monitoreo y verificación de transformadores durante el almacenamiento

Preferiblemente, solo los transformadores sumergidos en líquido y completamente ensamblados se almacenan durante un largo período de tiempo. Se deben realizar las siguientes comprobaciones durante el almacenamiento:

> Compruebe el respiradero de aire, si está instalado. Compruebe el estado del gel de sílice (su color indica si está seco o húmedo; consulte el capítulo para obtener datos técnicos sobre los accesorios). Compruebe el nivel del bloqueo de aceite.

> Verifique que el transformador no tenga fugas.

> Compruebe que no haya daños en la pintura y que no haya óxido.

Si se detecta algún defecto, se debe solucionar de inmediato o se debe informar a Kyte Powertech lo antes posible.

### Almacenamiento después de la puesta fuera de servicio

Antes de almacenar el transformador, se debe realizar una verificación completa como se describe en el párrafo "Procedimiento de aceptación". La responsabilidad del almacenamiento correcto recae en el cliente. Se debe prestar atención a lo siguiente:

> Debe garantizarse la posibilidad de que el líquido se expanda.

> Debe evitarse el contacto del líquido con el aire.

> El transformador debe almacenarse siempre lleno de líquido.



## Instalación y conexión de transformadores de distribución sumergidos en líquido

Durante la instalación, se deben seguir las siguientes reglas para garantizar que el transformador funcione correctamente:

### Instalación

Las normativas locales para la instalación de transformadores sumergidos en líquido en edificios, en un poste, en un armario o al aire libre deben seguirse al pie de la letra en relación, entre otros, con la seguridad contra incendios, la protección contra fugas (sumidero o depósito de retención de aceite), accesibilidad y normativa en materia de electricidad.

El lugar donde se instale el transformador debe estar adecuadamente ventilado para permitir la disipación del calor desprendido por el transformador. Estamos a su disposición para realizar los cálculos pertinentes y explicarle las precauciones que deben tomarse. Para transformadores de distribución instalados en edificios o subestaciones de chapa de acero, esto implica un suministro regular de aire fresco desde el exterior, una ventilación adecuada y suficiente espacio libre en todas las direcciones alrededor del transformador.

El tapón de muestra de líquido, el cambiador de tomas y cualquier otro equipo operativo y de protección deben ser de fácil acceso. Los aparatos de control, como los termómetros, deben ser claramente visibles o legibles.

No es aconsejable instalar el transformador completamente paralelo a una pared, ya que puede aumentar el ruido. Las almohadillas antivibración debajo de las ruedas pueden reducir la transferencia de vibraciones de ruido al suelo.

La zona en la que se coloque el transformador debe ser inaccesible para mascotas, pájaros, roedores,... Una vez más, le recordamos que está absolutamente prohibido levantar el transformador debajo de las aletas de refrigeración. Esto provocará fugas.

### Conexiones

Conexiones eléctricas y de otro tipo. Asegúrese siempre de que la conexión de los cables y barras colectoras a los bujes se realice sin que se ejerza ninguna fuerza de tracción sobre los bujes que pueda provocar fugas en la junta o grietas en los bujes. Se recomienda en gran medida una conexión flexible en todos los casos. De esta manera, la expansión de los conductores debido a diferencias de temperatura no puede provocar fugas o grietas.

Al utilizar conexiones de enchufe en la alta tensión, deben observarse las instrucciones del fabricante de los conectores.

Para evitar tensiones en la conexión del enchufe, los cables de alta tensión deben apoyarse a 50 cm de la conexión del enchufe. No se deben doblar los primeros 50 cm del cable. Después de esta distancia, se debe respetar el radio de curvatura según las instrucciones del fabricante del cable.

Asegúrese de que todas las conexiones tengan superficies de contacto grandes, sólidas y limpias. Al conectar diferentes materiales, se deben tomar precauciones para evitar pares electrolíticos. Estas conexiones se pueden realizar mediante cabezales de cable, barras colectoras planas o abrazaderas adaptadas. Cada conductor de alimentación debe tener una sección suficientemente grande. Siempre que opere los bujes de porcelana de alta y baja tensión del transformador, debe asegurarse de que la tuerca inferior del buje permanezca en su lugar. Esto asegura que el transformador permanezca sellado. Utilice 2 llaves al apretar las otras tuercas del buje para evitar que se retuerza.

### Puesta a tierra

El tanque del transformador debe estar conectado al sistema de puesta a tierra de alta tensión. Por lo tanto, los pernos o resaltes de puesta a tierra se fijan en la tapa, el carro de rodillos o la base del tanque del transformador. La resistencia eléctrica del terminal de puesta a tierra suele especificarla la empresa de suministro de energía. Asegúrese de que el punto de conexión se mantenga limpio.

## Puesta en funcionamiento

Después de configurar y conectar el transformador, se deben realizar los siguientes pasos secuencialmente para ponerlo en funcionamiento:

### Control externo

- > Compruebe que se hayan eliminado las distintas medidas de protección para el transporte: bloqueo de botón de prueba de Buchholz, tapones del respiradero, junta en el tapón de llenado del tanque de expansión, bloques de poliestireno en las aletas de refrigeración,...
- > Compruebe la temperatura ambiente y la ventilación del lugar.
- > Compruebe si hay fugas, óxido y daños; (compruebe que el tapón de drenaje no tenga fugas, que el tapón de muestreo y las válvulas de prensa de filtro estén completamente cerradas).
- > Compruebe la configuración y el funcionamiento de los diversos accesorios, las placas de control del aparato de medición y el color del gel de sílice en el respiradero, si está presente, debe ser visible y legible a una distancia segura de las partes conductoras.
- > Verifique el color del gel de sílice (si corresponde) ya que indica su sequedad. Si es necesario, el gel de sílice debe secarse o reemplazarse.
- > Verifique el nivel de líquido a través del indicador de nivel de aceite (si corresponde).

**Atención:** Nunca rellene usted mismo/a un transformador sellado herméticamente, ya que puede producirse sobrepresión o baja presión en el tanque del transformador.

- > Compruebe si los bujes, aparatos y unidades de control están sucios. Deben estar limpios en todo momento.
- > Decodificadores rellenos de aire de alta y baja tensión abiertos: compruebe si hay condensación, penetración de agua y fugas.
- > Compruebe el nivel de compuesto en la caja de empalme de cables de alta tensión (si corresponde).
- > Apriete todos los bujes y conexiones eléctricas, incluidas las de las cajas, con una llave dinamométrica; consulte el capítulo "Conexiones".
- > Compruebe que el transformador esté correctamente conectado a tierra.
- > Retire todos los objetos extraños de los conductores, de la cubierta y de las cajas de cables. Si el transformador está en una estación de distribución o subestación, deben retirarse todos los objetos extraños de esa zona.
- > En caso de doble tensión en el lado de baja o alta tensión, verifique que las regletas de conexión o los interruptores de cambio estén en la posición correcta para formar el grupo de conexión y la tensión requeridos.

### Medidas eléctricas antes de la puesta en funcionamiento

Todos los transformadores que salen de fábrica han sido sometidos a las pruebas y mediciones de rutina de acuerdo con la IEC 60076, y se emite un certificado de prueba.

Para volver a realizar una prueba de electricidad del transformador después del transporte, configuración o instalación, Kyte Powertech especifica las siguientes pruebas:

- > Una prueba de aislamiento con un megóhmetro de 2500 o 5000 voltios (véase anexo);
- > Una prueba de continuidad de las conexiones y bobinados; y
- > Una verificación de los dispositivos auxiliares y accesorios (correcto funcionamiento, ajuste y verificación de los contactos, cableado, verificación de los equipos de prueba).

**Atención:** Nunca presurice los transformadores para verificar la válvula de presión o el relé de presión.

### Conexión a la electricidad

La conexión a la electricidad debe ser realizada por una persona autorizada y se deben observar las instrucciones de seguridad aplicables localmente.

Condiciones para la conexión a la electricidad

El transformador debe conectarse inicialmente a la electricidad sin carga y con el cambiador de tomas en la posición equivalente a la tensión nominal sin carga. Mida las tensiones entre las propias fases de baja tensión y la tierra.

Por razones de seguridad, recomendamos encarecidamente no medir directamente en los terminales del transformador de baja tensión. Si estas tensiones se desvían de la tensión nominal sin carga; se puede ajustar (consulte el procedimiento siguiente). El transformador se deja sin carga durante unas horas.

Durante este período, los niveles de sonido, temperatura y líquido, si son visibles, se controlan con regularidad.

> El transformador puede ahora funcionar con carga. Se recomienda una carga que aumente gradualmente con controles intermedios.

> Ajuste de la baja tensión Si la tensión en el lado de baja tensión, tanto sin carga como con carga, se desvía del valor nominal y debe ajustarse, el procedimiento es el siguiente:

- Desconecte la electricidad del transformador en el lado de alta y baja tensión y conéctelo a tierra correctamente.
- Desbloquee el cambiador de tomas levantando la perilla.
- Cambie el cambiador de tomas a la posición deseada.
- Suelte la perilla hasta que el resorte vuelva a presionarla y así vuelva a bloquear el cambiador de tomas.

Voltaje bajo demasiado alto (debe reducirse)

Si la alta tensión aplicada es mayor que la alta tensión nominal del transformador, esto provoca que la baja tensión sea demasiado alta.

En este caso, la perilla del cambiador de tomas de alta tensión debe colocarse en una posición que corresponda a una tensión alta superior a la tensión nominal alta (ver placa de características). El cambiador de tomas debe colocarse en un número de posición más bajo. Baja tensión demasiado baja (debe aumentarse)

Si la alta tensión aplicada es mayor que la alta tensión nominal del transformador, esto provoca que la baja tensión sea demasiado baja.

En este caso, la perilla del cambiador de tomas de alta tensión debe colocarse en una posición que corresponda a una tensión alta superior a la tensión nominal alta (ver placa de características). El cambiador de tomas debe colocarse en un número de posición más alto. Voltaje bajo creciente (número de posición de la perilla del cambiador de tomas más alto en comparación con el valor de referencia) - Voltaje bajo decreciente (número de posición del botón del cambiador de tomas más bajo en comparación con el valor de referencia)

Ejemplo (ver placa de características)

**Posición n.º cambiador de tomas**

**Voltios de alta tensión Voltios de baja tensión**

1 15.500

2 15.250

Pos. nominal 3 15.000 400 Tensión nominal

4 14.750

5 14.500

## Funcionamiento en paralelo

Cuando funcionan en paralelo, los transformadores deben cumplir con la normativa y condiciones pertinentes. Son los siguientes:

- > Los transformadores deben tener el mismo número de hora de reloj. Las conexiones de bobinado pueden ser diferentes.
- > Las tensiones de impedancia deben ser las mismas (se permite una tolerancia máxima del 10%).
- > Las tensiones nominales deben ser iguales (tanto alta como baja tensión);
- > Cuando se ejecuta continuamente en paralelo, la relación de potencia nominal no debe exceder 3:1. La información sobre las condiciones anteriores se puede encontrar en la placa de características.

Antes de cambiar al funcionamiento en paralelo, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- > Conecte los terminales de alta tensión correspondientes.
- > Conecte los terminales de baja tensión correspondientes.
- > Proporcione una conexión a tierra (preferiblemente común) en ambos tanques del transformador.
- > Conecte los neutros de baja tensión.
- > Conecte los transformadores al sistema de suministro en el lado de alta tensión. Los interruptores principales de baja tensión deben permanecer abiertos.
- > Compruebe si hay alguna diferencia de tensión entre las fases de baja tensión correspondientes. El voltímetro no debe mostrar lecturas. Sin embargo, si hay una diferencia de tensión, se debe rastrear y remediar la causa;
- > Si no hay diferencia de tensión entre los terminales de baja tensión correspondientes, las barras colectoras principales de tensión más baja pueden conectarse a la electricidad en el lado de baja tensión;
- > No se recomienda el funcionamiento en paralelo de/con transformadores de baja tensión dobles (los llamados transformadores de "siete bujes");
- > Si los cambiadores de tomas se colocan fuera de sus posiciones nominales, asegúrese de que ambos valores de alta tensión ajustados coincidan (consulte la placa de características).

Si no se cumplen las condiciones anteriores, pueden producirse corrientes de circulación que pueden provocar daños en el transformador. Puede permitirse para un breve funcionamiento en paralelo (p. ej. al cambiar). Consulte la IEC 60076-8 para más detalles.

No nos hacemos responsables de los daños a los transformadores o instalaciones eléctricas causados por conexiones defectuosas.

## Mantenimiento

Los transformadores de distribución herméticamente sellados básicamente no requieren mantenimiento. Los transformadores con tanque de expansión requieren poco mantenimiento.

### Control externo anual

Esta verificación de mantenimiento se puede realizar mientras el transformador permanece conectado a la electricidad. Atención: mantenga una distancia segura de las partes conectadas a la electricidad (conductoras).

Este tipo de mantenimiento incluye lo siguiente:

- > Evaluar los distintos ruidos provenientes del transformador.
- > Comprobar la temperatura ambiente y la ventilación del local.
- > Comprobar la existencia de fugas, óxido y daños.
- > Comprobar la existencia de suciedad en los bujes, aparatos y unidades de control.
- > Comprobar el color del gel de sílice (si procede).
- > Comprobar el nivel de líquido a través del indicador de nivel de aceite (si está presente).
- > Comprobar la temperatura del líquido (si hay termómetro).
- > Comprobar la existencia de aumentos de temperatura local debido a las resistencias de contacto en las conexiones de alta y baja tensión (medición de temperatura por infrarrojos, decoloraciones).
- > Comprobar si se ha activado el dispositivo de alivio de sobrepresión (si está presente).

### Mantenimiento bianual

Este tipo de mantenimiento debe realizarse mientras el transformador no está conectado a la electricidad y conectado a tierra en los lados de alta y baja tensión. ¡No olvide también desconectar la tensión auxiliar de los accesorios!

El mantenimiento bianual incluye lo siguiente:

- > Realizar el control externo anual
- > Remediar los comentarios de la inspección externa anual.
- > Comprobar el nivel de compuesto en la caja de empalme de cables de alta tensión (si corresponde).
- > Abrir los decodificadores rellenos de aire de alta y baja tensión (si corresponde), verificando la condensación y la penetración de agua.
- > Comprobar los dispositivos auxiliares y accesorios (correcto funcionamiento, ajuste y comprobación de contactos, cableado, comprobación de equipo de prueba).
- > Comprobar el correcto funcionamiento del cambiador de tomas. El cambiador de tomas se prueba mientras el transformador no esté conectado a la electricidad, colocando el cambiador de tomas en varias posiciones y midiendo si hay continuidad en las conexiones internas.

Aconsejamos a los usuarios de transformadores que ajusten la frecuencia de mantenimiento anterior si los transformadores están ubicados en condiciones climáticas severas y si las condiciones de operación permiten o requieren una frecuencia diferente.

## Muestreo y análisis de líquidos

El análisis de la muestra de líquido refrigerante ayuda a determinar el estado del líquido del transformador y también puede dar una indicación del estado de los devanados, el interruptor (cambiador de tomas) y las conexiones internas.

Se pueden realizar varias pruebas y análisis de líquidos a pedido. Es mejor dejar el muestreo en manos de personal calificado.

Debe seguirse estrictamente el procedimiento de muestreo, descrito en las normas IEC 60475 e IEC 60567. ¡No se recomienda el muestreo de transformadores herméticamente sellados en servicio (= conectados a la electricidad)!



Después de tomar una muestra del líquido, se debe verificar el nivel sin abrir el transformador si es posible, y si es necesario o en caso de duda debe ser ajustado por personal autorizado de Kyte Powertech.

Kyte Powertech aconseja un análisis de líquidos cada 5 años para transformadores sellados herméticamente y un análisis de líquidos bianual para transformadores con tanque de expansión. Se puede ajustar si los resultados obtenidos indican su necesidad o si las condiciones de operación lo permiten o requieren.

**Atención:** ¡Nunca rellene con otro tipo de líquido diferente del líquido original del transformador!

## Servicio Posventa de Kyte Powertech

Para trabajos especializados, le recomendamos que utilice el departamento de Servicio Posventa de Kyte Powertech. Kyte Powertech ofrece personal calificado y el equipo necesario para realizar adecuadamente trabajos especializados. El trabajo especializado incluye:

- > Reemplazo de bujes, aparatos y equipo de monitoreo.
- > Abrir los transformadores (¡el transformador puede estar bajo presión positiva o negativa!).
- > Manipulación y sustitución del líquido refrigerante.
- > Sellado de fugas en el tanque del transformador.
- > Realización de mediciones eléctricas y su interpretación.
- > Interpretación de análisis de muestras de líquido.

Durante el horario de oficina, puede ponerse en contacto con el Servicio Posventa en [services@kypowertech.com](mailto:services@kypowertech.com)

## Accesorios

A petición del cliente, los transformadores pueden equiparse con una gran variedad de aparatos y equipos de control.

En las hojas de PK, que están disponibles a pedido, se puede encontrar más información (descripción, funcionamiento, ...).

Documentación: (lista no completa)

Válvulas/grifos Grifo de drenaje/muestreo de aceite PK 3835

Válvula de muestreo NW 15 PK 3812

Termómetro de cuadrante de temperatura 2 contactos PK 3544

Termómetro de cuadrante sin contactos PK 3849

Termómetro de distancia 2 contactos PK 3546

Termostato 2 contactos PK 3611

Termostato 1 contacto PK 3612

Indicadores de nivel de líquido Nivel de aceite magnético 1 1/2" PK 3519

Indicador de nivel Tanque de expansión DIN 42555 PK 3511

Indicador de nivel de aceite PK 3514

Indicador de nivel de aceite 1" (tipo flotador) PK 3527

Válvula de alivio de presión 1" PK 3735

Relé de alivio de presión 2 contactos PK 3733

Tanque de expansión Relé Buchholz BG 25, 2 contactos PK 3710

Secador de aire PK 3750

PK 3751

Abertura de ventilación/llenado del tanque de expansión DIN 42553

Otro DGPT 2 PK 3760

Interruptor de nivel de aceite PK 3520

Bujes de baja tensión 1 kV EN 50386

Bujes de barra colectora de baja tensión 1 kV EN 50387

Bujes de baja tensión 3 kV DIN 42539

Bujes de alta tensión 12-24-36 kV EN 50180

Conectores de baja tensión para bornes DIN 43675

Conexiones de transporte de corriente hasta 1600 A DIN 46200

Bujes enchufables EN 50180



## Normativa

Para obtener más información sobre transformadores en general, puede consultar las siguientes normas IEC y CENELEC:

IEC 60076 - Transformadores de potencia

> IEC 60076-1: General

> IEC 60076-2: Aumento de temperatura

> IEC 60076-3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire

> IEC 60076-5: Capacidad para soportar cortocircuitos.

> IEC 60076-7: Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite.

> IEC 60076-8: Guía de aplicación

> IEC 60076-10: Determinación de niveles sonoros

IEC 60616 - Marcas de terminales y derivaciones para transformadores de potencia.

IEC 60296 - Prescripciones para aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparata de conexión.

IEC 60422 - Guía de supervisión y mantenimiento para aceites minerales aislantes en equipos eléctricos

IEC 60475 - Método de muestreo de dieléctricos líquidos

IEC 60567 - Guía para el muestreo de gases y de aceite de equipos eléctricos sumergidos en aceite y para el análisis de gases libres y disueltos

IEC 60599 - Equipos eléctricos impregnados con aceite mineral en servicio - Guía para la interpretación del análisis de gases libres y disueltos

IEC 60836 - Especificaciones para líquidos de silicona para fines eléctricos

IEC 60944 - Guía para el mantenimiento de líquidos de silicona para transformadores

IEC 61099 - Especificación para ésteres orgánicos sintéticos no utilizados para fines eléctricos

IEC 61203 - Ésteres orgánicos sintéticos para fines eléctricos - Guía para el mantenimiento de ésteres de transformadores en equipos

EN 60076 Idéntico a IEC 60076

EN 50180 - Bujes por encima de 1 kV hasta 36 kV y de 250A a 3150A para transformadores

sumergidos en líquido EN 50216 - Accesorios para reactores y transformadores de potencia

EN 50464 - Transformadores de distribución trifásicos sumergidos en aceite 50Hz, de 50 a 2500kVA con máxima tensión para equipos que no superen los 36kV.

EN 50386 - Bujes de hasta 1kV y de 250A a 5kA para transformadores sumergidos en líquido

## Fin de vida útil

El transformador está construido de tal manera que los diferentes componentes se pueden reciclar fácilmente al final de su vida útil.

Sin embargo, los componentes solo se pueden reciclar después de que se haya drenado el líquido refrigerante. Esto último debe hacerse con mucho cuidado.

La relación indicativa entre los diferentes materiales del transformador es la siguiente:

> Líquido refrigerante 25%

> Material del núcleo 35%

> Material de bobinado (cobre y/o aluminio) 15%

> Acero 20%

> Material de aislamiento 5%

El material de aislamiento debe considerarse un residuo no tóxico. El transformador no contiene PCB, PCT, PCBT ni amianto.

## Anexo: Medición de la resistencia de aislamiento (prueba de megóhmetro)

La prueba de megóhmetro mide la resistencia de aislamiento entre los devanados de alta y baja tensión y entre los devanados y la tierra. De esta forma se puede detectar cualquier cortocircuito a tierra o baja resistencia de aislamiento debido a la presencia de agua en el aceite y los bobinados o debido a un alto factor de disipación del líquido. Se deben observar las siguientes instrucciones al realizar esta medición:

- > Retirar las conexiones de alta y baja tensión de los bujes.
- > Limpiar los bujes.
- > Realizar la medición en condiciones secas (sin lluvia, niebla, nieve).
- > Realizar la medición midiendo directamente en los terminales del transformador.
- > Después de cada medición, el transformador debe descargarse (¡tensión capacitiva extremadamente peligrosa!).
- > El tanque del transformador debe estar correctamente conectado a tierra.

### Procedimiento de medición:

Se realizan 3 mediciones, preferiblemente con un megóhmetro electrónico.

Para el uso y configuración del dispositivo de medición y para leer (\*) los valores de la escala: consulte el manual correspondiente.

- > Alta tensión a tierra con 5000 o 2500 voltios (\*\*)
- > Baja tensión a tierra con 2500 voltios (\*\*), y
- > Alta a baja tensión con 5000 o 2500 voltios (\*\*)

(\*) El valor debe leerse cuando la aguja del medidor esté estable (generalmente pasado 1 minuto).

(\*\*) La tensión aplicada durante la prueba del megóhmetro nunca debe superar la tensión de prueba del transformador. La medición se puede realizar en cualquier fase de alta y baja tensión, ya que las tres fases están interconectadas internamente. Si los valores medidos son inferiores a **10 MOhm/kV**, se debe determinar la causa.

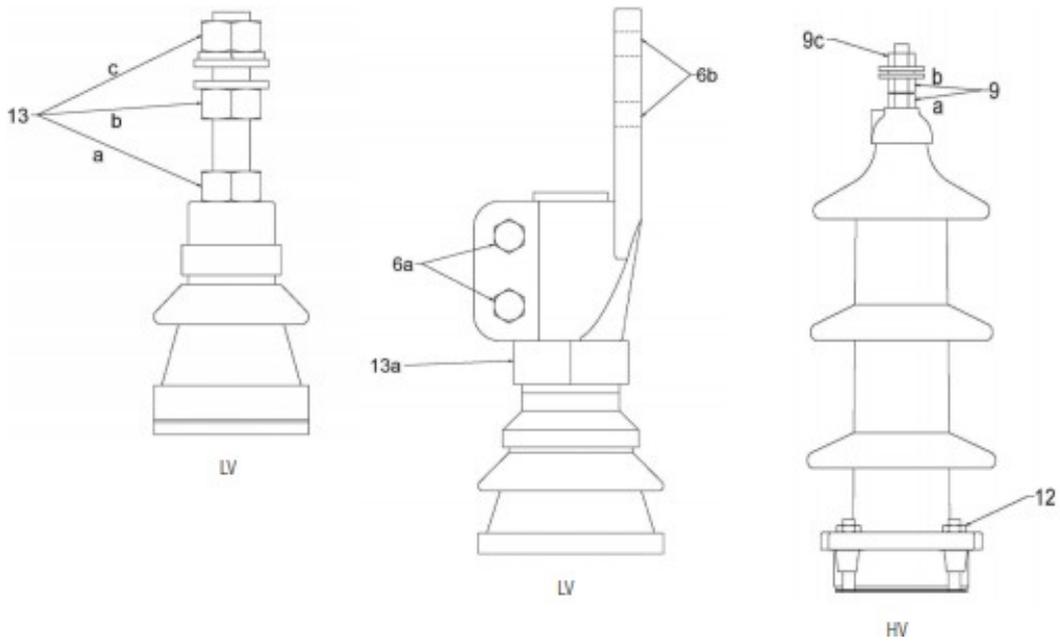
Por ejemplo:

Para un transformador con una alta tensión nominal de 15 kV, los valores deben ser como mínimo 10 x 15 = 150 MOhm (también para la baja tensión).

## Valores de par recomendados para varias conexiones

Tamaño de rosca	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M30	M42	M48	M55
Tamaño de la llave	10	13	17	19	22	24	30	46	65	75	75/85
Par	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm
<b>A / Bujes</b>											
<b>Baja tensión (BT)</b>				<b>250A</b>			<b>630A</b>	<b>1000A</b>	<b>2000A</b>	<b>3150A</b>	<b>4000A</b>
1. Montaje del vástago del buje (13a): DIN 42530 EN 50386				15			25	65	100	120	180
2. Conexión entre tuercas (13 b/c)				20			70	300			
3. Montaje del conector de bandera al vástago del terminal (perno de acero inoxidable) (6a)			25	50		100					
4. Conexión a la superficie de la bandera (6b) (Pernos de acero 8.8)			40	70							
5. Conexión monobloque sobre bastidor con buna y corcho				30							
<b>Alta tensión (AT)</b>											
1. Montaje del vástago del terminal superior (9a) (Terminal y tuerca en latón)				15			30				
2. Conexión al vástago del terminal (9b/c) (borne y dos tuercas de latón)				15			25				
3. Fijación de base (12) (borne y tuerca en acero inoxidable) (con buna y corcho)			10	25							
<b>B / Barra colectora de conexión de baja tensión</b>											
Interconexión (perno en acero 8.8)			40	70		100					
<b>C / Tapa a marco</b>											
Perno y tuerca en acero inoxidable		25	45	60	72						
<b>D / Bujes de barra colectora</b>											
Fijación de la tapa		10									
Pieza superior en pieza inferior (m6)	3,5										
<b>E / Válvulas</b>											
Junta						100					
(Perno y tuerca A2 con arandela acopada)											
<b>F / Bridas</b>											
Junta						100					
(Perno y tuerca A2 con arandela acopada)											
<b>G / Caja de conexiones sobre la tapa</b>											
Perno roscado y tuerca A2 con arandela acopada		25									

## Valores de par recomendados para varias conexiones



*Disposición de bujes*

*Alta y baja tensión*

