

ENSAYOS DE LOS ACEITES DE TRANSFORMADORES Y SU SIGNIFICADO

Muchos ensayos se pueden aplicar a los aceites de los transformadores en servicio. Sin embargo, para determinar si el estado del aceite es el adecuado para continuar en servicio y para proponer su eventual corrección, se considera suficientes los ensayos siguientes:

Rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores

La rigidez dieléctrica permite medir la aptitud de un aceite de transformadores para resistir las solicitaciones dieléctricas que se permiten en servicio.

Un aceite de transformadores seco y limpio se caracteriza por tener una elevada rigidez dieléctrica. El agua libre y las partículas sólidas (en especial cuando están asociadas con niveles elevados de agua disuelta) tienden a migrar hacia regiones de fuertes solicitaciones eléctricas y a reducir severamente la rigidez dieléctrica.

Para la extracción resulta vital a los efectos de arrojar resultados confiables la pericia de técnico que la efectuó. ROSTAGNO SRL cuenta con personal entrenado para dar fiel cumplimiento a las normas de aplicación.

Una rigidez dieléctrica elevada ensimismo, no indica la ausencia de agentes contaminantes.

Contenido de agua en el aceite de los transformadores

El agua puede provenir del aire atmosférico o bien resultar de la degradación de los materiales aislantes.

Para los contenidos de agua relativamente bajos, el agua permanece en solución y no modifica el aspecto del aceite de los transformadores. Por lo tanto, el agua disuelta se debe por medio de métodos químicos.

El agua disuelta afecta a las propiedades dieléctricas del aceite de los transformadores. La solubilidad del agua en el aceite del transformador aumenta en función de la temperatura y del índice de neutralización.

Cuando el contenido de agua supera cierto nivel (valor de saturación), el agua no puede permanecer en solución y aparece el agua libre en forma de turbiedad o de gotitas de agua. Invariablemente, el agua libre provoca una disminución de la rigidez dieléctrica y de la resistividad y un aumento del factor de disipación dieléctrica (tg d).

En un transformador, la cantidad total de agua se reparte entre el papel y el aceite de una relación predominante para el papel. Pequeñas variaciones de temperatura modifican sensiblemente el contenido de agua del aceite de los transformadores pero solo levemente el del papel. Conociendo el contenido de agua de un aceite de transformadores a una temperatura dada, por medio de los gráficos disponibles en la literatura, es posible estimar la cantidad de agua del papel en las condiciones de equilibrio. En la tabla 4 se recomiendan los valores límites para el contenido de agua en el aceite de los transformadores, considerando que la muestra se toma a las temperaturas normales de servicio (entre 40 °C y 60 °C). Estos valores tienen relación con la cantidad de agua en la aislación celulósica.

Un alto contenido de agua en el aceite de los transformadores acelera la degradación química del papel aislante y hace necesario la aplicación de medidas de corrección.

Índice de neutralización del aceite de los transformadores

El índice de neutralización de un aceite de transformadores es una medida de los componentes o agentes contaminantes ácidos en el aceite.

En un aceite de transformadores nuevo el valor del índice de neutralización es pequeño pero aumenta como resultado del envejecimiento por oxidación. Se utiliza como índice general que permite determinar la conveniencia del reemplazo o regeneración del aceite de transformadores. Nova Miron basa sus diagnósticos teniendo como guía las normas IRAM.

Sedimentos y lodos precipitables en el aceite de los transformadores

Este ensayo permite hacer la distinción entre los sedimentos y los lodos precipitables.

Los materiales sólidos comprenden los productos de degradación o de oxidación insolubles de los materiales aislantes sólidos o líquidos, de fibras de orígenes diversos, de carbón, de óxidos metálicos, etc que resultan de las condiciones de explotación del equipo. La presencia de partículas sólidas puede reducir la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores, y además pueden limitar los intercambios térmicos, favoreciendo así la continuación de la degradación de la aislación.

Los lodos están constituidos por productos formados en un estado de oxidación avanzado y es una advertencia de la posible acumulación de depósitos en el equipo.

Factor de disipación dieléctrica (tg d) y / o resistividad volumétrica

Estas características son muy sensibles a la presencia en el aceite de los transformadores de sustancias polares solubles, de productos de envejecimiento o de sustancias coloidales. Las variaciones se pueden detectar aún cuando la contaminación es tan pequeña que los métodos químicos no las pueden detectar. Los límites aceptables para estas características dependen fuertemente del equipamiento eléctrico y su aplicación (tensión de servicio, potencia, etc.). Sin embargo, los valores elevados del factor de disipación modifican el factor de potencia y / o la resistencia de la aislación en los arrollamientos del transformador.

Generalmente existe una relación entre el factor de disipación dieléctrica y la resistividad volumétrica.

A temperaturas elevadas, la resistividad volumétrica disminuye a medida que la tangente delta aumenta.

Se puede obtener información útil suplementaria, midiendo la resistividad volumétrica y la tangente delta a la temperatura ambiente y a una temperatura más elevada, como por ejemplo 90 °C. Un resultado satisfactorio obtenido a los 90 °C asociado con un resultado insuficiente obtenido a una temperatura más baja, indica la presencia de agua o de productos de degradación precipitables en frío pero en una concentración generalmente aceptable. Los resultados no satisfactorios obtenidos en ambas temperaturas indican una contaminación más importante y la imposibilidad de reciclar el aceite de los transformadores a un nivel aceptable por filtrado y desgasado a baja temperatura. En la práctica no se deben efectuar los dos ensayos con la misma muestra de aceite de los transformadores.

Tensión interfasial en el aceite de los transformadores

La tensión interfasial entre el aceite de los transformadores y el agua permite detectar los agentes contaminantes polares solubles y los productos de degradación. Esta característica cambia bastante rápidamente durante las primeras etapas del envejecimiento, pero se estabiliza cuando la degradación es todavía moderada. Por este motivo, los resultados son difíciles de interpretar en términos de mantenimiento del aceite de los transformadores. Sin embargo, se deben seguir analizando con mayor frecuencia los aceites con valores de tensión interfasial próximos al valor límite mínimo.

Contenido de inhibidor del aceite de los transformadores (para aceites inhibidos)

Los aceites inhibidos de los transformadores se degradan más lentamente que los aceites no inhibidos, siempre que el inhibidor activo esté presente y que el aceite de los transformadores tenga una respuesta inhibidora.

El grado de protección proporcionado por el inhibidor de oxidación es una función de la composición del aceite de los transformadores de base y de la concentración del inhibidor. La determinación del contenido residual del inhibidor, en un aceite inhibido envejecido en servicio, permite establecer la velocidad de consumo del inhibidor.

Color del aceite de los transformadores

El color de un aceite aislante de transformadores se determina por la luz transmitida y se expresa con un valor numérico obtenido por comparación con una serie de colores normalizados. No es una propiedad importante, pero es bastante útil para una evaluación comparativa. Un índice de color elevado o que evoluciona rápidamente puede indicar una degradación o una contaminación del aceite de los transformadores.

Aspecto del aceite de los transformadores

El aspecto del aceite de los transformadores debe ser límpido, puede tener turbidez o la presencia de sedimentos, indicando la presencia de agua libre, de lodos, de carbón, de fibras, de suciedad, etc.

Estabilidad a la oxidación del aceite de los transformadores

Para un aceite-inhibidor dado, el período de inducción es generalmente proporcional al contenido de inhibidor activo y dependiente de la presencia de agentes promotores de oxidación.

El ensayo de oxidación para el aceite inhibido de los transformadores nuevo (ver la norma IEC 1125) permite medir fácilmente el período de inducción de un aceite por medio de la determinación de la cantidad de ácidos volátiles formados. Este ensayo, aplicado en un aceite usado de los transformadores previamente ensayado, permitirá indicar hasta que punto se ha reducido el período de inducción.

Contenido total de gases del aceite de los transformadores

Para la mayoría de las aplicaciones del aceite mineral aislante de los transformadores la determinación del contenido de gas total disuelto, normalmente presenta poca importancia para evaluar el comportamiento del aceite de los transformadores. Sin embargo para ciertos equipos de UM \geq 300 kV (UM: tensión máxima del equipamiento) algunas veces se especifica un contenido de gas máximo cuando se llena el aparato o cuando están en servicio.

Punto de inflamación del aceite de los transformadores

Un punto de inflamación bajo indica la presencia de sustancias volátiles combustibles en el aceite de los transformadores.

La exposición prolongada del aceite de los transformadores a muy altas temperaturas, en condiciones de falla, puede producir suficientes cantidades de hidrocarburos de bajo peso molecular como para causar la disminución del punto de inflamación del aceite de los transformadores.

Punto de escurrimiento del aceite de los transformadores

El punto de escurrimiento es una medición de la fluidez del aceite de los transformadores a baja temperatura. No existe evidencia alguna que sugiera que dicha propiedad esté afectada por la degradación del aceite. Distintos puntos de escurrimiento pueden normalmente indicar el origen nafténico o parafínico del aceite de los transformadores.

Densidad del aceite de los transformadores

La densidad no es un parámetro esencial para definir la calidad de un aceite de los transformadores, pero puede ser útil para definir el tipo de aceite o para detectar las modificaciones importantes de su composición.

Viscosidad del aceite de los transformadores

La viscosidad es un parámetro que interviene en la disipación del calor. El envejecimiento y la oxidación del aceite tienden a incrementar la viscosidad, pero el efecto no es perceptible a los niveles de degradación considerados en esta guía. Las mediciones de la viscosidad pueden ser útiles para la identificación del tipo de aceite de los transformadores.