

## EVALUACIÓN DEL ACEITE USADO DE LOS TRANSFORMADORES

### Frecuencia de la verificación del aceite en servicio de los transformadores

Es imposible establecer una regla general para la frecuencia de las verificaciones de los aceites en servicio de los transformadores, que contemple todas las situaciones que se pueden presentar.

Para Nova Miron S.A. el intervalo óptimo dependerá del tipo, función, potencia, construcción y de las condiciones de servicio del equipo. Frecuentemente se debe llegar a un compromiso entre factores económicos y las exigencias relacionadas con la confiabilidad del equipo.

En la tabla 6, a modo de guía, se indica una frecuencia sugerida de ensayos adecuados para los diferentes tipos de equipos.

Generalmente se pueden efectuar mediciones de control en base a criterios que se aplican particularmente a los aceites de los transformadores:

- Verificar las características del aceite de los transformadores a intervalos sugeridos en la tabla 6, salvo indicación contraria por parte del fabricante.
- Los transformadores fuertemente cargados pueden necesitar ensayos más frecuentes.
- Aumentar la frecuencia de las verificaciones cuando cualquiera de las características se aproxime al límite recomendado.

### Procedimientos de ensayos del aceite de los transformadores

Los aceites en servicio de los transformadores varían mucho en lo que se refiere al nivel de degradación y al grado de contaminación. En general no se puede utilizar ningún ensayo como criterio único del estado de una muestra de aceite.

La evaluación del estado del aceite de los transformadores debe estar basado en el análisis del conjunto de las características significativas.

### Ensayos de laboratorio del aceite de los transformadores

El plan completo de ensayos incluye todos los análisis enumerados. Un análisis global del conjunto de los resultados, permite no solo evaluar el estado general del aceite, sino permite reconocer la causa de una degradación o el origen de un aceite de los transformadores contaminante, de manera que se pueda tomar la corrección necesaria para asegurar el funcionamiento confiable del equipo.

Los ensayos de laboratorio permiten establecer si el aceite de los transformadores puede continuar en servicio. Para satisfacer este objetivo deben efectuarse los siguientes ensayos, como mínimo:

1. - aspecto
2. - rigidez dieléctrica
3. - factor de disipación (tangente delta) y resistividad
4. - índice de neutralización
5. - contenido de agua
6. - contenido de inhibidor
7. - tensión interfacial

**Notas. 1-** Los ensayos de contenido de agua, se vuelven particularmente necesarios cuando la rigidez dieléctrica se aproxima al valor mínimo admisible.

**2-** Los transformadores de corriente y de potencia de alta tensión que utilizan una aislación sólida de papel, entre el lado de alta tensión y el de baja tensión, requiere un control más riguroso de las pérdidas dieléctricas. En estos casos conviene que el factor de disipación dieléctrica (tangente delta) y la resistividad se miden también en forma periódica.

**3-** Con respecto al aceite de los transformadores en los aparatos de maniobra, puede ser suficiente verificar la rigidez dieléctrica, ya sea periódicamente o después de un número dado de maniobras indicado por el fabricante.

**4-** Los depósitos precipitables se forman solo cuando la oxidación está suficientemente avanzada. La experiencia demuestra que el ensayo no es necesario tras el índice de neutralización sea menor que 0.28 mg KOH/g

### Clasificación de los aceites en servicio de los transformadores

En la práctica es imposible establecer reglas estrictas para evaluarlos aceites de los transformadores en servicio o recomendar valores límites de ensayo para todas las aplicaciones de aceites aislantes en servicio.

Según la experiencia actual, los aceites en servicio de los transformadores se pueden clasificar en 4 grupos, basándose en la evaluación de las propiedades significativas y/o por su aptitud para mantener las características deseadas.

**Grupo 1** – Este grupo comprende a los aceites de los transformadores que están en estado satisfactorio para un servicio continuo. Pertenecen a este grupo los aceites de los transformadores con propiedades que se sitúan en los límites fijados para la tabla 6. Se debe entender que estos límites son solo indicativos. Con la excepción de la rigidez dieléctrica, una o más propiedades que estén fuera de los límites indicados no requieren una acción inmediata, aunque más adelante dicha situación puede ocasionar una degradación acelerada y una reducción de la duración de vida del equipo. Al interpretar los resultados, se deben tener en cuenta varios factores, tales como: las condiciones de explotación, la edad del equipo y la evolución general de las características del aceite de los transformadores.

**Grupo 2** – Este grupo comprende los aceites de los transformadores que requieren solo un tratamiento de purificación para permitir su posterior utilización. Este estado estará indicado generalmente por un alto contenido de agua y una baja rigidez dieléctrica, mientras todas las demás propiedades siguen siendo satisfactorias. El aceite de los transformadores puede tener un aspecto turbio o sucio. El tratamiento apropiado consiste en eliminar la humedad y los materiales insolubles por medios mecánicos. El tratamiento debe ser tal que los valores para el contenido de agua y la rigidez dieléctrica satisfagan los indicados en la tabla de referencia. Sin embargo se debe tener en cuenta que un exceso de agua en el aceite de los transformadores puede indicar un estado indeseable de la aislación sólida que también requiere corrección.

**Grupo 3** – Este grupo comprende los aceites de los transformadores en mal estado, cuyas propiedades pueden ser restablecidas en un nivel satisfactorio sólo después de un tratamiento de regeneración. Este estado se podrá evidenciar generalmente por la presencia de altos valores del índice de neutralización, valores bajos de la tensión interfacial y/o del factor de disipación dieléctrica (según tabla de referencia). Los aceites aislantes de los transformadores de este grupo deben ser regenerados o reemplazados dependiendo de las circunstancias económicas y/o ambientales.

**Grupo 4** – Este grupo comprende los aceites en tal mal estado que es técnicamente aconsejable eliminarlos.

#### **Acciones correctivas para los aceites en servicio de los transformadores, agrupados en punto anterior**

Tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- a) Si una propiedad tiene un resultado de ensayo fuera de los límites aconsejados, se lo debe comparar con los valores anteriores. Si fuera necesario, antes de emprender cualquier otra acción se debe procurar una nueva muestra para la confirmación de dichos resultados.
- b) Como regla general varias propiedades deben ser desfavorables a fin de justificar una acción correctiva. Sin embargo, la rigidez dieléctrica se encuentra por debajo de los límites fijados, cualquiera que sean los valores de las otras propiedades, será necesario adoptar las medidas detalladas en la tabla 6.
- c) Si se observa una variación significativa en una propiedad determinada, se debe incrementar la frecuencia de los ensayos a fin de tomar las medidas correctivas apropiadas para evitar el deterioro progresivo del aceite de los transformadores y del equipo