

Nuevas pruebas de diagnóstico para transformadores Las ventajas del sistema RDF

Con una gran cantidad de transformadores de potencia envejecidos, las empresas de servicio público de electricidad se enfrentan a posibles fallas de estos equipos, con la consecuente reparación y pérdidas de ganancias. Actualmente, los transformadores son uno de los componentes con misión más crítica en la red eléctrica; de ahí la necesidad de monitoreo confiable y métodos de diagnóstico que conduzcan a los expertos a evaluar nuevas tecnologías que mejoren la confiabilidad y optimicen el uso de cada componente de la red.

Ultimamente han surgido nuevas pruebas para determinar qué tan envejecido está el aislamiento de estos equipos eléctricos, siendo la Respuesta Dieléctrica de la Frecuencia (RDF) una de estas pruebas para diagnosticar el aislamiento basado en la respuesta de frecuencia.

Una de las aplicaciones para la RDF es determinar el contenido de humedad en el aislamiento del transformador, ya que ésta acelera el proceso de envejecimiento y provoca burbujas entre los bobinados. Para este caso, la RDF proporciona una evaluación confiable de humedad en una prueba, la cual puede ejecutarse a cualquier temperatura y en menos de 18 minutos.

Otra de sus ventajas es que también puede usarse para evaluar la condición y envejecimiento de aislamiento de bushings, TCs e interruptores de circuito.

Agua en aceite v/s Papel

Evaluar el contenido de humedad en el aislamiento de un transformador basándonos en muestras de aceite no es un dato confiable, ya que el agua migra entre el aislamiento sólido y el aceite según la temperatura. Por ende, hay que tomar una muestra de aceite a una temperatura relativamente alta y cuando el transformador está en equilibrio.

Lamentablemente, este es un estado extraño para este tipo de equipos, resultando entonces una evaluación no confiable. La Figura 1 muestra cómo la diferencia significativa y potencialmente crítica de 0.5% referente a 3.0% de humedad en el papel, correlaciona a la diferencia insignificante de 1 referente a 4 Partes Por Millón (PPM) en una muestra de aceite obtenida a 20°C.

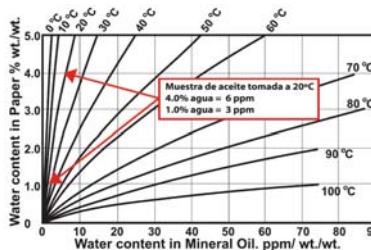


Figura 1: La correlación de Agua en aceite v/s Papel no es confiable a bajas temperaturas.

La prueba

La pérdida de dieléctrico o factor de potencia es dependiente de la frecuencia y temperatura, por ende, inyectando señales de prueba en pasos de frecuencia discreta típicamente entre 1 kHz y 1-2, mientras se graban resultados en cada punto, se crea una curva (ver Figura 2).



Figura 2: Curva de factor de potencia presentada como capacitancia y pérdidas.

Este perfil representa las propiedades del material de aislamiento en el transformador y se usará en un análisis posterior según se describe a continuación. Asimismo, se graba la temperatura del aceite para usarse en el análisis de modelo que se describe a continuación.

El modelo

El aislamiento entre los bobinados de un transformador se compone de una parte sólida y otra líquida. La primera consiste de barreras y espaciadores para crear un ducto de aceite para propósitos de enfriamiento (ver Figura 3). La fórmula del modelo varía todos los parámetros de aislamiento para simular cada diseño geométrico posible. El modelo aplica, además, la ecuación de Arrhenius para compensar por dependencia de temperatura en el material.

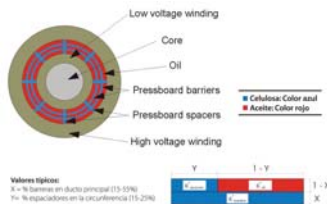


Figura 3: Después de coincidencia — resultado: 0.4% a 20° C.

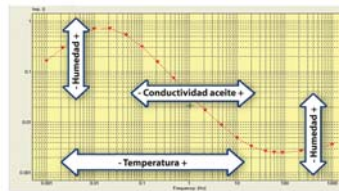
EL RDF crea nuevas curvas de modelo y las compara con la curva medida hasta que se consigue la mejor coincidencia posible. Los resultados finales se presentan como un porcentaje de humedad en el papel y un valor separado para conductividad del aceite.

Un punto no es suficiente

La prueba tradicional delta/factor de potencia proporciona un valor a frecuencia de alimentación de 50/60 Hz, donde la RDF hace la diferencia.

¿Qué controla la curva?

La regla general es que la humedad es visible en las frecuencias más altas y bajas. La conductividad del aceite es dominante en la frecuencia media y la temperatura desplaza la curva hacia la derecha y hacia izquierda respectivamente (ver Figura 4).



La Figura 4: Conductividad del aceite e influencia de la humedad.

La Figura 5, por ejemplo, muestra que un solo valor de factor de potencia no puede proporcionar información concluyente acerca del potencial problema. En este ejemplo, dos transformadores tienen el mismo valor de factor de potencia a 60 Hz. Sin embargo, uno de ellos está húmedo (3.6%) y se debe considerar un secado mientras en la otra unidad se debe reemplazar o recuperar. Esto demuestra que el método RDF proporciona información precisa y concluyente en una prueba.

Procedimiento de prueba

La preparación y procedimiento de la prueba es similar a la prueba delta/factor de potencia, lo cual significa que el transformador tiene que estar fuera de servicio y de preferencia desconectado.

Conclusión

El RDF es un sistema probado y seguro para determinar el contenido de humedad en el aislamiento de los transformadores. Además, tanto el instrumento como el método, incluyendo el software de modelaje, han sido probados y verificados con numerosos usuarios.

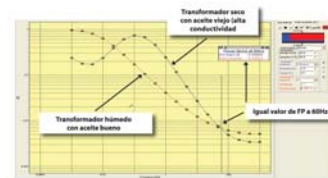


Figura 5: Azul - seco con aceite malo. Rojo - húmedo con aceite bueno.