

Análisis de las Curvas SFRA (Sweep Frequency Response Analysis) para fallas Mecánicas y Eléctricas Internas en Transformadores Eléctricos

Cesar Castillo Cáceres, Ms.¹, Jorge Castro Valdivia, Ms.²

¹Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Peru, ccastillo555@yahoo.es

²Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Peru, jorgelcv@hotmail.com

RESUMEN.- Los ensayos de respuesta en barrido de frecuencia, Sweep Frequency Response Analysis (SFRA), es una técnica de diagnóstico para detectar deformaciones y desplazamientos (entre otras fallas eléctricas y mecánicas) de las bobinas de los transformadores de distribución y de potencia. El SFRA como técnica de diagnóstico debe integrar las mediciones off-line y la interpretación de los registros para dar una valoración adecuada de la condición de las bobinas.

La comparación con otras técnicas de diagnóstico muestran que las ventajas principales del SFRA son su sensibilidad a una variedad de fallas de arrollamientos y una menor dependencia de mediciones previas de referencia, pero se hace necesaria una metodología de interpretación sistemática y objetiva.

En las pruebas a los transformadores en campo, se ha tenido la oportunidad de dar un seguimiento que ha permitido detectar fallas internas en algunos de ellos así como obtener la evidencia de los resultados logrados mediante la aplicación de las acciones correctivas oportunas en los mismos. En otros casos han sido detectadas variaciones que exigen un seguimiento más continuo del comportamiento del transformador mediante este ensayo pero que no justifica el paro de la producción ni la apertura del mismo.

I. INTRODUCCION

En un escenario de condiciones de cortocircuito en el sistema de potencia se provocan severas corrientes (10 a 20 veces la corriente nominal) las cuales fluyen por las bobinas antes de que las protecciones liberen la falla. Una gran fuerza dinámica actúa sobre las bobinas durante este periodo y puede provocar desplazamientos o deformaciones. Un desplazamiento menor normalmente no causa una falla o arqueo inmediato en los aislamientos; sin embargo, un papel envejecido se torna frágil y puede romperse debido a estos movimientos; de esta forma el conductor de cobre queda expuesto al esfuerzo dieléctrico y la capacidad del aislamiento se reduce considerablemente. Cualquier sobretensión subsiguiente puede provocar una falla mayor en el aislamiento y en el mejor de los casos sacarlo de operación, ya que una condición mayor puede provocar severas fallas e incluso la explosión del transformador.

A modo de ejemplo, en la Figura 1, se indican las causas de fallas en transformadores de potencia entre 1997-2001 difundidas por la IMIA Working Group (aseguradora), realizada en base a un universo de 94 transformadores con potencias iguales o superiores a 25 MVA, situados en diferentes partes del mundo.

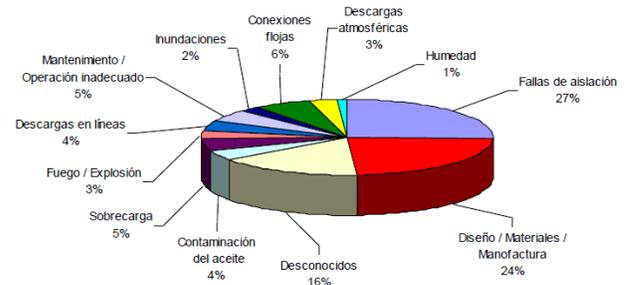


Fig. 0 Causales de falla en 94 transformadores de potencia durante 1997-2001. (Alvarez & Del Pozo, 2007)

II. MATERIALES Y METODOS

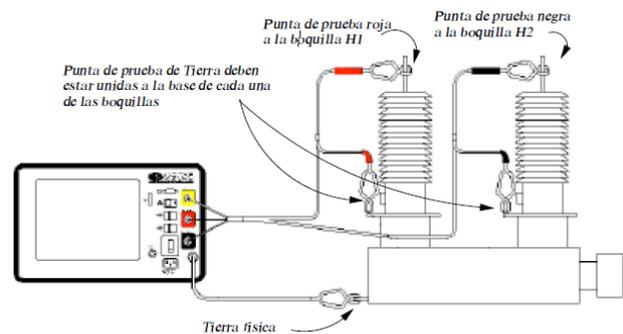


Fig. 2 Forma típica de conexión del SFRA con un transformador de potencia

Este método está basado en la inyección de un bajo voltaje (hasta 20 volts pico pico), variando la frecuencia para realizar un barrido en un rango de 20 Hz hasta 2M Hz, generando como respuesta una ganancia de voltajes puntuales para cada valor de frecuencia inyectada, se

obtiene una ganancia que al hacer su análisis e interpretación, arroja resultados indicando si el transformador presenta o no algún tipo de falla.

La prueba de barrido en la frecuencia a transformadores de potencia resulta, por su bajo nivel de tensión aplicado, una prueba no invasiva que garantiza la repetibilidad de la misma. Esto la hace robusta y confiable para la detección de movimientos y/o deformaciones en devanados y núcleo.

III. RESULTADOS

Un cambio en la geometría interna del transformador de potencia, modifica la forma en la que se distribuye el campo electromagnético en el equipo, entendiendo esto como un cambio en los parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia de su circuito equivalente. Esto a su vez implica que se vean modificadas las frecuencias naturales del transformador.

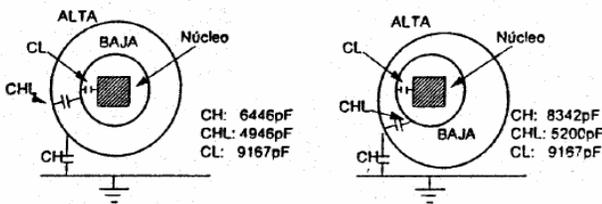


Fig. 1 Cambio de capacitancia por desplazamiento de la bobina de alta tensión ALTA

Por ejemplo, la figura 3 muestra el efecto del desplazamiento de la bobina de alta tensión, en la cual la capacitancia entre devanados de alta y baja tensión (CHL) y la capacitancia a tierra del devanado de alta tensión (CH), lo cual provocará un cambio en los parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia y estos se manifiestan como cambios en amplitud y/o desplazamientos de las frecuencias naturales de las bobinas.

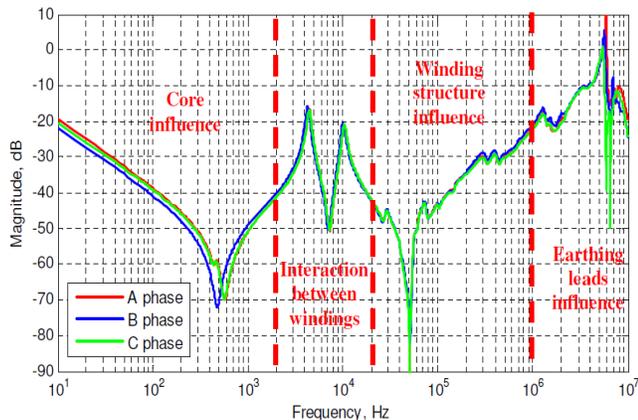


Fig. 4 Regiones de frecuencia típicas pero no exactas, de las frecuencias VS magnitud en dB, que podrían estar involucradas al hacer la prueba a un transformador.

IV. DISCUSION

Uno de los principales problemas de la aplicación de esta técnica de diagnóstico es la falta de información referente a la interpretación de resultados de la prueba (interpretación de la respuesta en barrido de frecuencia obtenida) y su correlación con el grado y tipo de deformación presentado.

Actualmente, el método de respuesta en frecuencia sigue siendo estudiado por los comités internacionales como CIGRE (Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas) e IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos) por medio de sus grupos de trabajo y los objetivos trazados se encaminan a generar una guía de diagnóstico y la normalización de los equipos requeridos para el ensayo.

V. CONCLUSIONES

El ensayo SFRA aplicado a transformadores de potencia representa una aplicación para el diagnóstico en fábrica y en campo de deformaciones y desplazamiento en devanados, provocados principalmente por las fuerzas de cortocircuito y durante el transporte. La técnica no pretende sustituir a las otras técnicas de diagnóstico actualmente utilizadas, sino más bien se utiliza como una herramienta adicional para realizar un diagnóstico más confiable.

VI. RECOMENDACIONES

Para un diagnóstico confiable es necesario saber interpretar los cambios en la geometría de las bobinas y/o núcleos. Estos se ven reflejados en variaciones en la respuesta en los distintos rangos de frecuencia que el ensayo permite como son en bajas, medias y altas frecuencias, ya que cada en cada uno de ellos se tiene identificada la posible causa de falla, errores en las conexiones o caso de remanencia.

REFERENCIAS

- [1] Bertagnoli, G. (2007). Short circuit duty of power transformers (3 ed.). Milano: The ABB approach.
- [2] Buldoc, L; Pocher, P; Paré, G; Demers, R.J; Bélanger, J. (2000). Detection of transformer windings displacements by frequency response of stray losses. Paris: CIGRE paper 12/33-02.
- [3] C57.125-1991, I. (1992). Guide for failure investigation, documentation, and analysis for power transformers and shunt reactors.
- [4] Cigre. (2002). Dielectric response methods for diagnostics of power transformers. CIGRE Task Force (págs. 25-35). Paris: Electra Paris.
- [5] Coffeen, L; Hilderth, J;. (2002). A new development in power transformer frequency response analysis to determine winding deformation without the need for comparison to historical data. Texas: EPRI Substation Equipment Diagnostics Conference.
- [6] Greenwood. (1991). Electrical transients in power systems. John Wiley & Sons, Inc.