

# Estudio de las Trazas del Método de Análisis de Respuestas por Barrido de Frecuencias para Hallar Fallas Electromecánicas en Motores Eléctricos

Cesar Castillo Cáceres, Ms.<sup>1</sup>, Deidamia Chani O, Ms.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, ccastillo555@yahoo.es

<sup>2</sup>Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, deidamia19@yahoo.es

**RESUMEN.**- Las pruebas de espectroscopia en el dominio de la frecuencia (DFR) así como los de respuesta en barrido de frecuencia (SFRA), son técnicas que nos permiten observar gráficamente la interacción entre materia y energía radiada, pueda ser función de la longitud de onda o la frecuencia, lo cual nos permitirá separar e identificar la estructura constructiva de un material. Esta técnica del SFRA aplicada a los motores eléctricos de potencia se constituye en una herramienta de diagnóstico para poder determinar deformaciones y desplazamientos los que vienen a ser consecuencia de fallas eléctricas y mecánicas sobre las bobinas de los motores eléctricos, en ambas técnicas la detección de algún tipo de problema se traduce directamente en el tipo de mantenimiento que se deberá de efectuar, tomando en consideración los elevados costos de tiempo y dinero. La principal ventaja del SFRA es su sensibilidad y una de sus desventajas es que es necesario implementar una metodología de interpretación sistemática.

**PALABRAS CLAVE:** Ensayo de motores eléctricos, Electroscopia en el dominio de la frecuencia DFR, Respuesta de barrido de frecuencia SFRA.

## I. INTRODUCCIÓN

Comúnmente, las herramientas empleadas por el personal especializado en el mantenimiento de motores eléctricos, para detectar fallas en estos han sido un megger (medidor de resistencia de aislamiento) y un ohmímetro, pero desafortunadamente la información que nos proporcionan estos instrumentos es muy general y menos nos precisa la zona de falla del motor en estudio. Como ejemplo tenemos un cortocircuito entre espiras o entre fases lo cual puede estar disparando la velocidad del motor y al medir el aislamiento este indica estar en buenas condiciones. Estas fallas aunque son un problema de aislamiento en las bobinas podrían estar aisladas completamente de tierra y por lo tanto el megger no las detecta. En un escenario de condiciones de falla interna en los motores eléctricos se provocan elevados valores de corrientes, las cuales circulan por las bobinas antes de que las protecciones liberen la falla. Una gran

fuerza dinámica actúa sobre las bobinas durante este periodo el cual puede provocar desplazamientos o deformaciones 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 podrá provocar una falla mayor en el aislamiento y en el mejor de los casos sacarlo de operación.

En la Figura 1, se muestran los componentes del motor eléctrico donde más inciden las fallas.

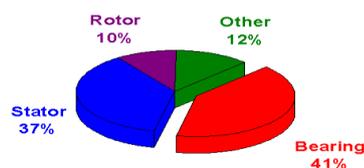


Fig. 1 Incidencia de fallas en motores eléctricos de potencia

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

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 que oscila entre los 20 Hz. hasta 2MHz, 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 motor eléctrico presenta o no algún tipo de falla.

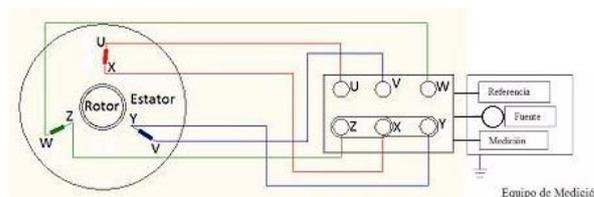


Fig. 2 Forma típica de conexión del método SFRA a un motor eléctrico de gran potencia

La prueba de barrido en la frecuencia a motores eléctricos de potencia resulta, debido a su bajo nivel de tensión aplicado, ser una prueba no peligrosa y que garantiza la repetibilidad de la

misma. Esto la hace segura y confiable para la detección de movimientos y/o deformaciones en las bobinas y el rotor.

### III. RESULTADOS

Un cambio en la geometría interna del motor eléctrico de potencia, modifica la forma en la que se distribuye el campo electromagnético en el equipo, entendiéndose 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 motor eléctrico.

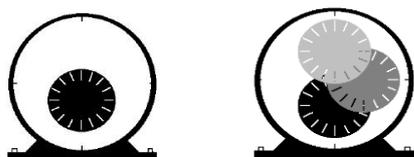


Fig. 3 Cambios en la excentricidad del motor a) Excentricidad estática b) Excentricidad dinámica

Por ejemplo, la figura 3 muestra el efecto del desplazamiento de la bobina, en la cual la capacitancia entre bobina y tierra provocará un cambio en los parámetros de inductancia, capacitancia y resistencia, lo cual se manifestará como cambios en amplitud y/o desplazamientos de las frecuencias naturales de las bobinas.

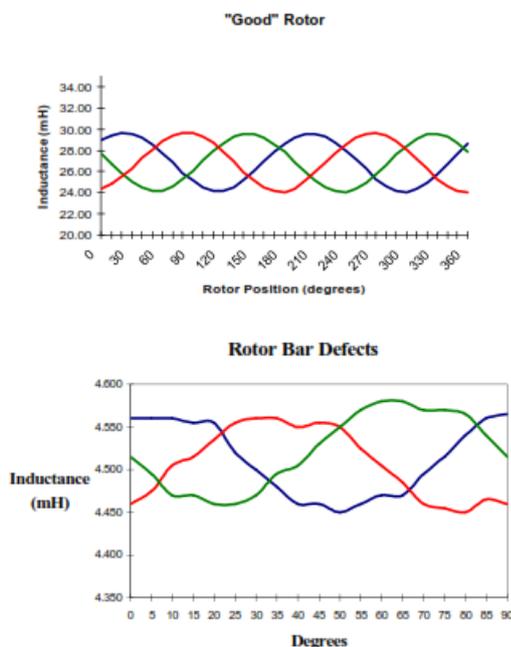


Fig. 4 Gráficos del comportamiento del rotor del motor

Donde en la primera parte de la figura se muestra el comportamiento del RIC (Rotor Influence Check) en buen estado, mientras que en la segunda parte se muestra el RIC con barras rotas.

### IV. DISCUSIÓN

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.

### V. CONCLUSIONES

La prueba SFRA aplicado a motores eléctricos de potencia representa una aplicación para el diagnóstico en fábrica y en campo, esto para determinar las deformaciones y desplazamiento en las bobinas, provocados principalmente por las fuerzas de cortocircuito y durante su traslado. Esta 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 uno de ellos se tiene identificada la posible causa de falla, errores en las conexiones o caso de remanencia.

### REFERENCIAS

1. Bertagnolli, 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. Hidalgo Juan C. Análisis de las zonas de falla de motores eléctricos. Grupo Termogram, San Jose – Costa Rica.
5. Nestor Maya Izurieta, Xavier; Vasquez Restrepo, Luis Alberto (2011) "Pruebas de Transformadores, espectroscopia en el dominio de la frecuencia y método de análisis de respuesta por barrido de frecuencia". Ingenius N° 5 Enero/Junio Pp. 55-62.
6. Greenwood. (1991). Electrical transients in power systems. John Wiley & Sons, Inc.