



## SPECIALIZED SERVICES FOR ROTATING MACHINES

### PRUEBA ELCID (ELECTROMAGNETIC CORE IMPERFECTION DETECTION)



Prueba ELCID en Generador 94000 kVA/ 120 RPM

#### Introducción:

Las máquinas eléctricas rotativas incluyen núcleos magnéticos (o electromagnéticos) tanto en el estator como en el rotor, los cuales cumplen varias funciones, tales como: i) concentrar y dirigir el flujo magnético; ii) soportar los devanados; y iii) facilitar la evacuación del calor producido. Dichos núcleos son formados apilando delgadas láminas (chapas) de material ferromagnético de acero al silicio, incluyen una capa de aislante interlaminar basado en componentes de tipo orgánicos e inorgánicos. Esta disposición fue establecida para reducir las pérdidas por efecto de la histéresis y las corrientes de Foucault (también llamadas parásitas o de eddy). Ver Fig. 1 para revisar la conformación de las láminas en el núcleo, considerando: A) Núcleo sólido con altas corrientes parásitas, B) Núcleo laminado con reducción de las corrientes parásitas.

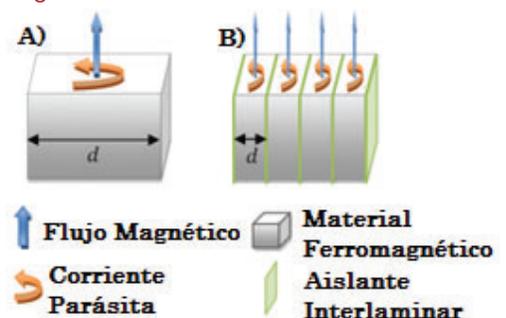
Durante la operación de la máquina, el núcleo laminado se somete a la acción de distintas fuerzas que le producen desgaste. Por ejemplo, los cambios de forma por expansión/contracción térmica; la acción de las fuerzas electromagnéticas, y la vibración mecánica. Así mismo, diversas condiciones anómalas pueden incidir en la condición del núcleo, acelerando el desgaste, llegando incluso a configurarse en una falla. En las máquinas grandes, como motores y generadores, una falla en el núcleo puede provocar calentamiento concentrado, que eventualmente debilitará el sistema de aislamiento. Debido a la cantidad de laminaciones presentes en este tipo de máquinas, la probabilidad de falla en el núcleo aumenta considerablemente.

Al producirse una falla en el núcleo, el aislante interlaminar se pierde en algunas (o muchas) láminas, lo que se configura en un corto circuito magnético. Esto es, al perderse el aislante interlaminar las corrientes de Foucault aumentan, provocando el aumento de temperatura. Los daños se pueden presentar en la zona del diente o en el interior de la ranura, entonces es necesario utilizar una prueba de monitoreo de condición adecuada para que los cortos magnéticos puedan detectarse oportunamente, y estimar el impacto en el funcionamiento de la máquina. Por lo anterior, se propone en este artículo el estudio de la prueba conocida como ELCID (por las siglas de ELectromagnetic Core Imperfection Detection) por su ideal aplicación en máquinas eléctricas de gran tamaño.

#### Detección de imperfecciones en núcleos magnéticos (ELCID)

Cuando sea factible la prueba ELCID se realiza con el rotor retirado de la máquina. Sin embargo, en generadores de gran tamaño (como los hidroeléctricos con diámetros internos muy grandes), se puede configurar la prueba removiendo uno o dos polos del rotor (para que una persona logre acomodarse en ese espacio), y se va girando haciendo el barrido por toda la circunferencia.

Fig. 1



En cualquiera de los casos, el núcleo es excitado con un nivel de flujo magnético determinado, según su tamaño y forma. Cuando las espiras de excitación se alimentan con corriente alterna se producirá un nivel de flujo cercano al 5% de la operación normal. Este flujo a su vez inducirá corrientes axiales en el interior de las láminas siguiendo las leyes de inducción. La corriente inducida producirá un voltaje en el sensor Chattock, con una magnitud proporcional al nivel de corriente inducida en las láminas. El sensor Chattock se coloca en una posición que puentea dos dientes de núcleo, y deberá hacerse un barrido completo del mismo para conocer su condición. El voltaje de salida del sensor no es usado directamente para determinar la condición del núcleo, ya que existen otros componentes que participan, por lo tanto el voltaje es procesado en un analizador de señales. Los voltajes inducidos longitudinales durante la prueba son del orden de 5 V/m.

La unidad de procesamiento entrega una salida en miliamperios. El instrumento indicará mediante lecturas de miliamperios relativamente altas cuando exista una zona defectuosa en el núcleo. Para ilustrar el análisis que se realiza mediante la prueba ELCID, la Fig. 2 presenta las formas típicas de las señales para una zona sin falla (Ranuras 2 y 5) y con falla (Ranuras 3 y 4).

La falla puede ser localizada según la polaridad y forma de la señal de salida, ya sea que ésta se ubique en la superficie o en la profundidad del diente.

### Análisis Comparativo

Existen distintos métodos para probar la condición del núcleo laminado. Se reconocen tres principales, que son caracterizados por:

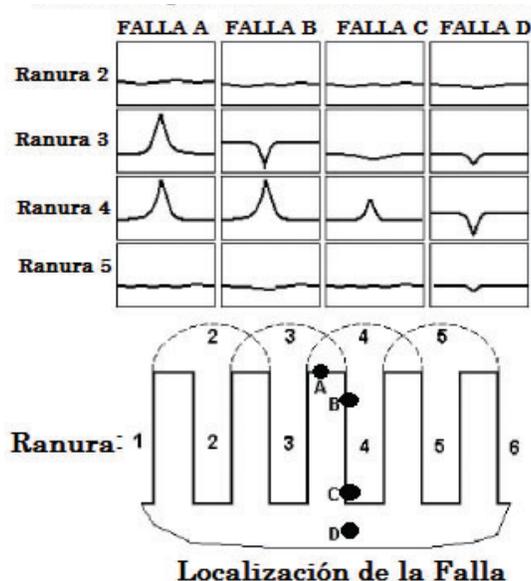
1. ELCID: Excitación de baja energía, cercana al 5% de la operación normal, correspondiendo a un voltaje inducido longitudinal cercano a 5 V/m.
2. Prueba de Pérdidas a 50 o 60 Hz: Excitación de alta energía, al 85% de la operación normal, alcanzando una inducción magnética de 1.3 T o 100 V/m de voltaje longitudinal inducido.
3. Prueba de Pérdidas a 500 Hz: Es un método que trabaja excitando el núcleo con altas frecuencias, lo cual induce voltajes similares al método 2.

La ventaja que tiene ELCID sobre los otros dos métodos mencionados es que no requiere una fuente de alimentación de gran potencia, y es capaz de detectar de manera más precisa las fallas en el núcleo, incluso si éstas se encuentran localizadas en la zona más profunda. Esto será de suma importancia si considera una prueba en una máquina de gran tamaño.

La prueba ELCID tiene distintas aplicaciones, tales como: i) recepción de núcleos o máquinas en fábrica; ii) ensayos de puesta en marcha (generación de línea base); iii) ensayos de diagnóstico de periodicidad media (cada 3 a 5 años de servicio); iv) previo al reemplazo de devanados, a fin de prever acciones correctivas adicionales; v) luego del reemplazo de devanados, para evaluación de calidad; y, finalmente, vi) en la determinación de la condición del núcleo de máquinas en funcionamiento.

Fig. 2

Forma Típica de la Señal de Salida (mA)



### Prueba ELCID en Turbogenerador 20294 KVA/ 3600 RPM



Por Ingeniería EM. 2017-04-03

### Equipo Iris ELCID EVOLUTION



**CONTACTE AL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EM PARA RECOMENDACIONES ACERCA DE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA ELCID.**