

PRUEBAS DE BAJA INDUCCION EN ESTADORES DE GRANDES GENERADORES Y MOTORES CORE IMPERFECTION DETECTION –ELCID TEST-

www.inducor.com.ar

RESUMEN:

Reconocido como uno de los ensayos mas importantes en el campo del diagnóstico de estado de grandes generadores, la detección de imperfecciones en los núcleos magnéticos estáticos, por medio de la técnica conocida como EL CID (Core Imperfection Detector), o de baja inducción, ha evolucionado en forma incesante hasta lograr el estado del arte actual.



puede estar en corto circuito, no así la zona adyacente a las ranuras. Los extremos del núcleo se sujetan mecánicamente por lo que se conoce coloquialmente como “dedos de sujeción”. Se debe evitar que haya puntos adicionales de conexión o contacto entre láminas, para evitar la inducción de corrientes parásitas que podrían generar concentraciones puntuales de calor adicional, contribuyendo al deterioro de la aislación del bobinado estático.

Este tipo de ensayo tiene principal utilización en:

- Ensayos de recepción de núcleos magnéticos o maquinas en fábrica.
- Ensayos de puesta en marcha – generación de línea base de estudio.
- Ensayos de diagnostico de periodicidad media (3 a 5 años de servicio entre ensayos).
- Previo al reemplazo de bobinados a fin de prever acciones correctivas adicionales.
- Luego del reemplazo de bobinados, para evaluación de la calidad de las tareas realizadas.
- Determinación de estado luego de fallas eléctricas o mecánicas de la unidad.
- Determinación de vida útil remanente de la unidad.

INTRODUCCION

De acuerdo a normativas IEEE 62.2 / IEC 34 / IEEE 56 e IEEE TRANS 2005, la finalidad de este ensayo es la de obtener y establecer un índice del estado funcional del núcleo estático, verificando la correcta aislación entre las laminaciones del mismo, evaluando especialmente los desperfectos superficiales en dientes / ranuras.



Para obtener y establecer un índice del estado del núcleo del estator, existen dos metodologías para verificar la correcta aislación entre chapas del mismo:

- Prueba de circuito de alta potencia de flujo (inyección de alta corriente-toroide / termo visión).

Ensayo de baja inducción (EL CID). **PRUEBA DE ALTA POTENCIA DE FLUJO (TOROIDE / TERMOVISION)**

Posterior a los cálculos efectuados para determinar la bobina de inyección (toroide), se instala un circuito de cable grueso entorno al hueco del núcleo, en forma toroidal, concéntrica con el eje axial del estator. Normalmente se requieren de 3 a 10 vueltas. Se energiza el circuito con alta tensión para excitar el núcleo a niveles operacionales de densidad de flujo (normalmente de 1 a 1.5 Teslas). En seguida, se puede explorar el área total

GENERALIDADES

El núcleo del estator está formado por laminaciones, aisladas entre sí para facilitar el flujo magnético en el sentido radial. Las láminas se traslapan para formar un cilindro donde tienen troqueladas las ranuras y loselementos de sujeción. Si bien la periferia del núcleo

de la estructura del núcleo con una cámara de termovisión que disponga de un lente angular para explorar grandes porciones de la superficie, y lentes telefoto para vigilar de cerca los puntos de elevadas temperaturas. El examen total se efectúa desde el extremo superior del núcleo, viendo hacia el hueco. Las áreas de calentamiento localizadas en la superficie, son fácilmente detectables al principio de la prueba, en contraposición con el calentamiento debajo la superficie, que logra clima hasta una hora posterior a la energización del circuito.

PRUEBA DE IMPERFECCIONES ELECTROMAGNETICAS EN EL NUCLEO (EL CID)

Esta técnica se basa en un circuito de excitación (toroide), de baja potencia, requiriendo de 5 a 20 vueltas de cable de 2.5 a 4 mm² de sección, alimentado con una tensión de 100 a 240 V, dispuesto en forma concéntrica y alineado con el eje axial del estator, en forma similar al que se utiliza en la prueba de toroide. El circuito se conecta a una fuente variable de tensión alterna, hasta inducir aproximadamente el 4% del flujo nominal del núcleo. A esta baja densidad de flujo, se puede entrar al núcleo sin peligro con el detector "ELCID", para registrar las corrientes axiales en las laminaciones del estator.

La forma de detección de dichas corrientes inducidas es mediante el desplazamiento de una bobina recolectora de campo magnético, denominada CHATTOCK (ROGOWSKY), a lo largo y ancho del núcleo del estator, obteniéndose un registro digital de las mismas para su análisis. Cualquier área, de corriente axial elevada, en las laminaciones a lo largo de la superficie aparecerá como picos en el medidor.

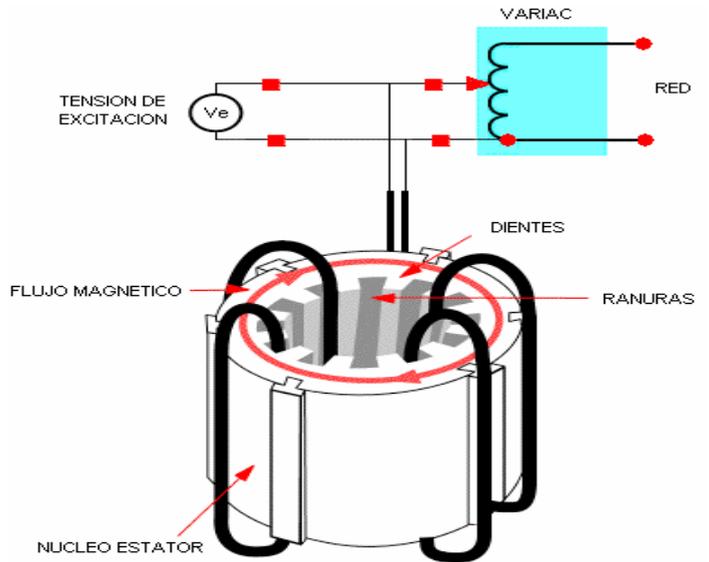


PRECAUCIONES ANTES DE INICIAR EL ENSAYO

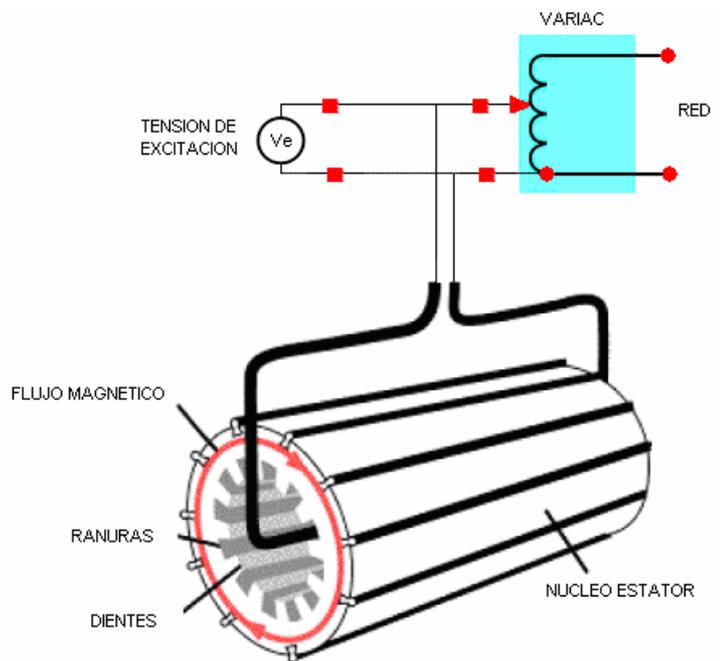
Antes de iniciar los ensayos, debe verificarse que los bobinados principales se encuentren libres de potencial, y descargados de cualquier carga. No deben estar cortocircuitados los extremos de fase de bobinas, a fin de evitar que el bobinado principal actúe como carga en cortocircuito del bobinado auxiliar.

Se debe prestar especial atención al registro de las condiciones de ensayo, equipamiento utilizado, forma de construcción, ubicación del /los bobinados auxiliares, sentido de medición, y cualquier otro detalle o condición de campo que pueda interferir con la repetibilidad futura del diagnóstico.

ESQUEMA DE ENSAYO TIPICO PARA HIDRO GENERADORES



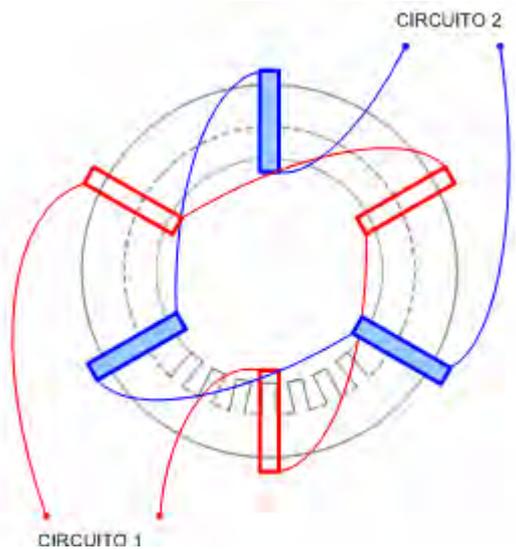
ESQUEMA DE ENSAYO TIPICO PARA TURBO GENERADORES Y MOTORES



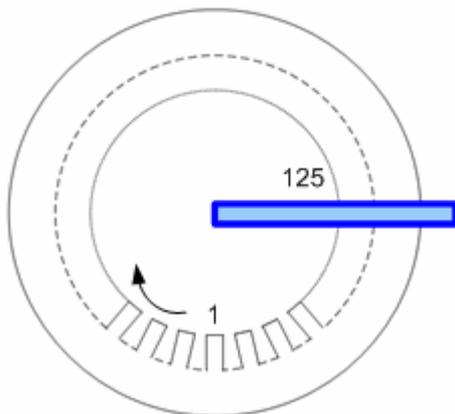
PROCEDIMIENTO DE ENSAYO:

De acuerdo a las características geométricas del generador en estudio, se determina la cantidad de espiras necesarias para confeccionar el bobinado de excitación, de forma tal de lograr el flujo de excitación necesario para magnetizar la máquina, ubicado generalmente en el orden del 4 al 5 % del flujo nominal de la unidad (típicamente 1.1 T).

El bobinado auxiliar quedará determinando en función de la tensión de excitación a emplear (v / espiras), por lo tanto será posible utilizar una tensión menor mediante un variac, o incrementar el numero total de espiras de excitación, según sea mas conveniente de acuerdo a los recursos de campo.



DISTRIBUCION DE BOBINADOS AUXILIARES PARA CONMUTACION (HIDROGENERADOR)



DISTRIBUCIÓN DE BOBINADOS AUXILIARES CENTRAL (TURBO GENERADOR)

El bobinado auxiliar quedará determinando en función de la tensión de excitación a emplear (Volt / espiras), por lo tanto será posible utilizar una tensión menor mediante un variac o incrementar el numero total de espiras de excitación, según sea mas conveniente de acuerdo a los recursos de campo.

Opción 1: Tensión regulada -> Menor número total de espiras y mayor corriente de excitación.

Opción 2: Tensión fija de red -> Mayor número de espiras requeridas y menor corriente de excitación.

Las espiras utilizadas se disponen en forma concéntrica al estator, ya sea en forma central concéntrica al estator o sobre paredes, c/u en grupos simétricos de espiras.

A los efectos de evitar concentraciones de flujo en las inmediaciones de las espiras de magnetización, que pudieran llegar a distorsionar las mediciones, puede

instalarse un segundo conjunto de espiras para alternar según la zona de evaluación.

Previo al inicio del registro se realizará una calibración del instrumental (sensores), utilizando la unidad de calibración para valores de 0 mA, 100 mA y 200 mA.

Con motivo de ubicar en el registro de señales (ploteos), la identificación referencial de cada ranura, debe entonces efectuarse paralelamente con las mismas, una correlación de distancias de desplazamiento (ruteo). De acuerdo a las características geométricas del estator, la utilización de un encoder lineal se hace indispensable.

Se registran entonces las corrientes axiales (cuadratura) en las laminaciones del estator, mediante el desplazamiento del sensor de campo magnético (bobina de Chattock), a lo largo de cada una de las ranuras del estator, obteniéndose un registro digital de las mismas para su posterior proceso y análisis.



Esta operación se repite para cada ranura.

Los datos requeridos para poder programar en forma profesional un ensayo tipo ELCID, abarcan al conocimiento de casi todas las características constructivas de la maquina:

| | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Denominación | Nº de canales Ventilación |
| Marca | Ancho Canal Ventilación |
| Tipo | Factor de Apilado |
| Nº Serie | Diámetro externo estator |
| Año | Diámetro interno estator |
| Potencia [MVA] | Profundidad de Ranura |
| Tensión nominal [Kv] | Profundidad de Diente-Ranura |
| Frecuencia [Hz] | Ancho Corona magnética |
| Velocidad [rpm] | Ancho ranura |
| Nº de Polos | Ancho diente |
| Tipo de Conexionado | Apertura de Bobina |
| Paso de bobinado | Rotor (inserto o retirado) |
| Cantidad de Ranuras | Entre Hierro Mínimo |
| Nº Circuitos por Fase | Inducción de Ensayo [%] |
| Espiras por bobina | Inducción Nominal [T] |
| Espiras en Serie / circuito / fase | Tensión de Red (110 o 220 V) |
| Largo núcleo estator | Frecuencia de Red (50 o 60Hz) |

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Valores de corrientes axiales que en promedio se encuentran por debajo de 100 mA, son los más representativos de las chapas del núcleo de estator.



Algunos paquetes laminares presentan defectos menores en la parte superficial de los dientes hacia la parte media e inferior del núcleo del estator, mientras que algunas ranuras presentan valores picos no representativos, ocasionados por un error en la manipulación de la bobina Chatock durante el censado.

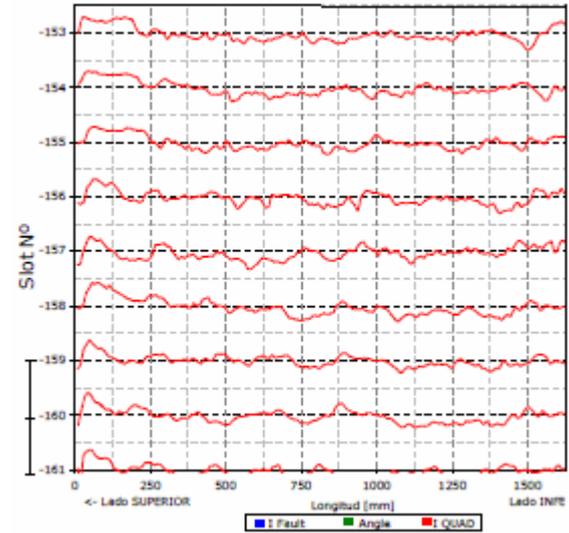
Otras ranuras presentan valores picos no representativos de alta magnitud en la corriente censada, generados por la cercanía a las ranuras donde se ubicaban secciones del devanado de excitación, y ranuras que son parte de las juntas de pre-tensionado del núcleo.

CRITERIO - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se emitirán conclusiones sobre el estado del núcleo ensayado, teniendo en cuenta el nivel medio de las corrientes en cuadratura registradas, una vez removidas las componentes de continua (valores medio de cada ranura), evaluando solo las componentes cuadráticas que superen el umbral de 100 mA y 200 mA.



| Criterio de evaluación | | | |
|------------------------|-----------|---------------|------------|
| Aceptable | Verificar | Investigación | Reparación |
| 0-100 | 100-200 | 200-400 | >a 400 |
| < 5°C | 5 a 15°C | 15 a 25°C | > 25°C |

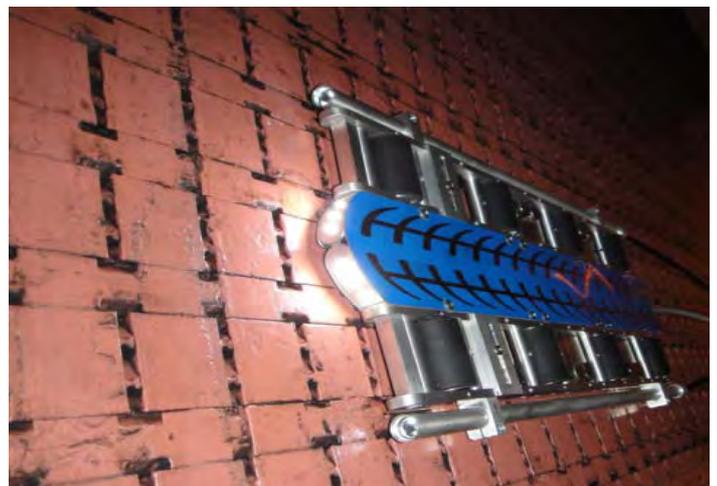


En caso de detectarse anomalías o picos de corriente, estos deben analizarse según el comportamiento histórico del núcleo en cada sector. Las características generales del núcleo deben tomarse como línea de base, prestando

atención a la repetibilidad de los patrones hallados en ranuras contiguas, y en los diferentes sectores según sean las características constructivas de la unidad.

MODERNAS TECNICAS DE APLICACION

Seleccionado como uno de los proyectos innovadores mas importantes en el campo del diagnóstico de estado de grandes generadores de Centrales Hidroeléctricas, el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), comprometió una inversión importante para el desarrollo y construcción de un innovador sistema robotizado para detección de imperfecciones en los núcleos magnéticos estatóricos de grandes Hidrogeneradores, por medio de la técnica conocida como EL CID (Core Imperfection Detector).



SISTEMA ROBOTIZADO DINA 103 SOBRE GENERADOR DE 100 MVA

Con una eficiencia que permite reducir los tiempos de ensayos en un 60%, el moderno sistema robotizado / micro-procesado “DINA103 ®”, diseñado y registrado por INDUCOR INGENIERIA, ha demostrado su capacidad de diagnóstico, trabajando en forma eficiente sobre hidrogeneradores de 100 MVA /13,8 KV, pertenecientes a centrales hidroeléctricas de Brasil y Perú.



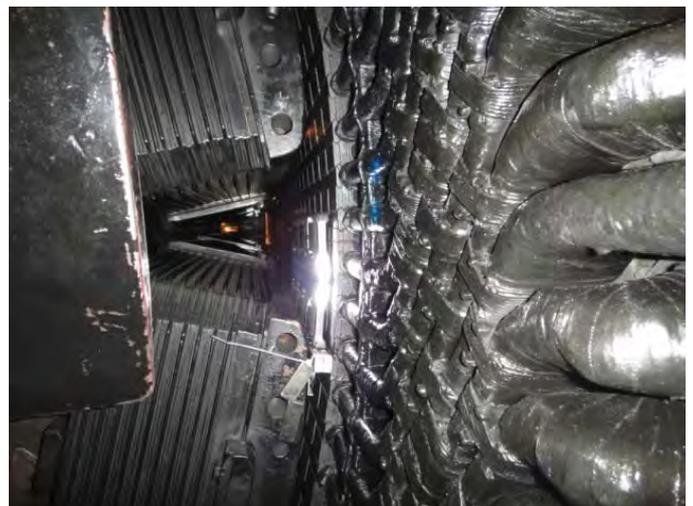
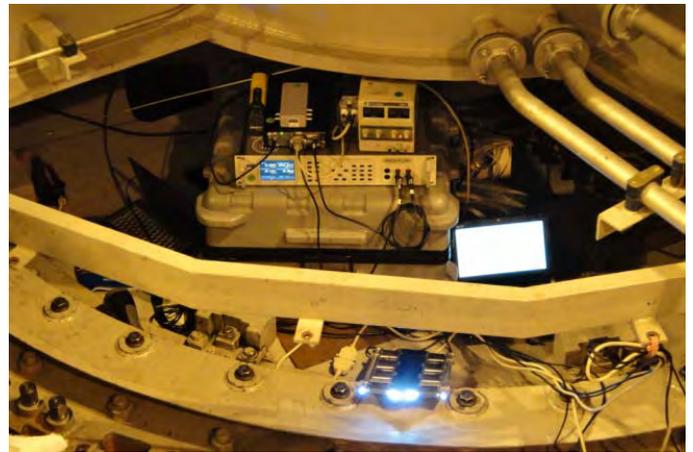
SISTEMA ROBOTIZADO DINA 103 SOBRE GENERADOR DE 81 MVA

El actual sistema automático, con desplazamiento all-terrain, y sujeción magnética desplazable, permite a través de sus dos cámaras de monitoreo de alta definición, sus dos sensores de campo electromagnético, mas un analizador on-line de vibraciones, determinar y documentar en forma precisa, las imperfecciones en las inter-laminaciones de los núcleos estatóricos de los mas importantes turbos e Hidrogeneradores.



Sin necesidad de extraer su rotor, el reducido perfil del sistema es capaz de desplazarse mediante sujeción magnética controlada, por los limitados espacios del entrehierro de un hidrogenerador, sin necesidad de extraer su rotor, mientras que un poderoso registrador de 500kc/s de sampleo dinámico, con pantalla de 8,4” SWGA-TFT y operación Touch-Screen, permiten un escaneo preciso, identificación y estudio de los mas

mínimos defectos, sumado a una inspección visual panorámica de 360° en el interior de la maquina.



DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- IEC 34 Rotating Machinery
- IEEE 62.2 - 2004 Guide for Diagnostic Field Testing of Electric Power Apparatus Electrical Machinery.
- IEEE 56 – 1997 Guide for Insulation Maintenance of Large Alternating-Current Rotating Machinery.
- EEE TRANSACTIONS 2005 - Core Fault Detection Technique for Generator Stator Core
- Manual de Calidad INDUCOR INGENIERIA S.A.

FUENTE: **INDUCOR INGENIERIA S.A.**
 ELECTRICAL TESTING GROUP - FOTOS PERTENECIENTES AL
 DTO SERVICIOS EXTERNOS DE INDUCOR INGENIERIA S.A.
 PROTEGIDAS CON DERECHOS DE AUTOR