

DIAGNOSTICO DE DESCARGAS PARCIALES EN GRANDES MAQUINAS ROTANTES

Detlev W. Gross and Markus Söller
Power Diagnostix Systems GmbH



Partner: Inducor Ingeniería S. A. - Buenos Aires Argentina - www.inducor.com.ar

Resumen:

El sistema convencional de aislación epoxi- mica de las máquinas rotantes, es un medio definido como de aislación "tolerante". Debido a la estabilidad eléctrica, la actividad de las descargas parciales actúa como un indicador para varios mecanismos de defectos.

El diagnóstico de DP on-line, utilizando el patrón de DP de fase resuelta, es útil para identificar tipos de defectos y su riesgo potencial. Los ejemplos de tipos de defectos, y su patrón de DP, son debatidos en este escrito. La aplicación adecuada de las mediciones de diagnósticos y del monitoreo continuo on-line, permite seguir de cerca la degradación en curso del sistema de aislación, y ayuda a incrementar la disponibilidad del sistema. La experiencia obtenida a través del monitoreo continuo on-line de DP, utilizando un acceso TCP/IP en una gran red, es presentada a continuación.

INTRODUCCION

Las mediciones de DP son cada vez más utilizadas para evaluar la condición de un sistema de aislación de alta potencia. En máquinas de uso continuo, las mediciones de DP ayudan a tomar decisiones de mantenimiento, y a extender su vida útil. Los métodos modernos de producción, y los sistemas de aislación optimizados, así como también los esfuerzos de mantener un bajo costo, requieren una atención especial para lograr un funcionamiento estable de la aislación.

AISLACION EPOXI - MICA

La Mica, es un mineral que ha sido utilizado para la aislación de máquinas rotantes desde hace mucho tiempo. Sin embargo, durante más de 100 años de desarrollo, el componente utilizado para impregnar las capas de mica, ha ido cambiando con el tiempo.

Durante las dos primeras décadas del siglo pasado, las capas de mica eran cubiertas con un tejido esmaltado, mientras una capa de fibras cónicas servía como interfase con las paredes a potencial de tierra (iron core). Hasta los años cincuenta, la impregnación asfaltada, ha sido utilizada en paralelo con la impregnación de laca. Luego de un periodo relativamente corto de uso de impregnación con poliéster, la impregnación con epoxi pasó a ser estándar.

Generalmente, debido a la estructura laminar de la mica, el sistema de aislación de dicho mineral tiende a delaminarse bajo una acción térmica y/o mecánica, a pesar del agente de impregnación.

De este modo, la aislación de mica impregnada, contiene muchas delaminaciones, es decir; bolsas de aire, las cuales producirán descargas parciales si un strees de ignición ha sido alcanzado en la zona.

Las relativas bajas tensiones de operación, y un espesor de aislación razonable, evitaron en un principio la influencia o manifiesto de este efecto. Sin embargo, las descargas parciales, luego llamadas "corona", fueron siempre un tema de investigación en la primera y segunda década del siglo pasado.

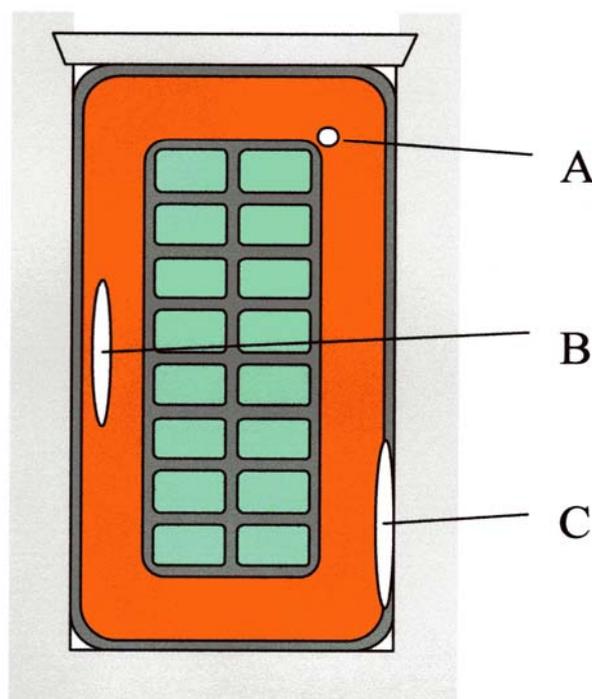


Fig. 1, Sección transversal del bobinado de una máquina rotante.

La figura 1 muestra una sección del bobinado de un generador, indicando la ubicación de la actividad de las DP, correspondiente a los diferentes tipos de envejecimiento y defectos. Las oclusiones esféricas de gas, y las delaminaciones de las capas aislantes, causan descargas parciales, inicialmente en las áreas de mayor concentración de campo eléctrico interno (A). El ciclado térmico, las sobre-tensiones transitorias, y los picos de potencias, causan *delaminaciones* en la aislación principal, ya que el mineral (mica), tiene una estructura laminar (B).

El aflojamiento de cuñas, holguras, y la subsecuente vibración del bobinado, causan uno de los tipos de descarga más críticos - la denominada descarga del *slot* o "slot discharge" (C). Aquí, la abrasión de las capas semiconductoras, o de las capas de pintura, permiten el aumento de áreas, con fuerte actividad de descargas.

Mediante un simplificado procedimiento de producción, el VPI (vacuum pressure impregnation) reemplaza en forma creciente a la impregnación con alto contenido de resina. La aislación de VPI, ofrece ciertas ventajas para la aislación principal, pero la tensión térmica en la

salida del "slot", puede provocar o activar, un mecanismo de defecto muy importante (Fig.2). Aquí, pequeños "cracks" en la aislación (pinturas o cintas) des adaptan el potencial a tierra. Las actividades de descargas en curso, deterioran de manera creciente las capas semiconductoras.

Finalmente, debido a las cortas distancias existentes en los modernos grandes motores, y en los medianos generadores, ocurren grandes descargas entre los denominados "pressure-fingers", y los puntos de potencial flotante. Esta última actividad de descarga, puede conducir rápidamente a una falla, así como los niveles típicos de descargas de cientos de nC, deterioran gravemente la aislación.

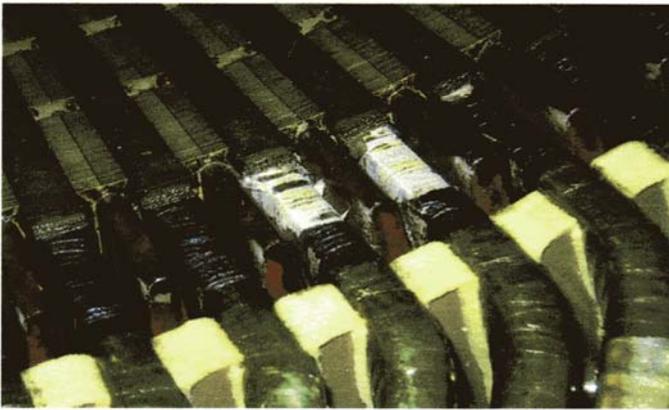


Fig.2, Defectos en la salida del slot en la aislación de un motor VPI.

ANALISIS DE PATRON DE DP

Durante la década pasada, el uso del patrón de DP de fase resuelta, ha demostrado ser apropiado para el análisis de la compleja actividad de las descargas en la aislación del stator de una máquina rotante.

La figura 3, muestra dicho patrón de DP, donde cada DP adquirida, es indicada con un pequeño punto en su posición de fase y amplitud, y el color indica la frecuencia de ocurrencia.

Bajo condiciones de la vida real, (central eléctrica, ambiente industrial), la modulación del sonido limita la adquisición de amplitudes máximas, con una precisión mayor al 1%.

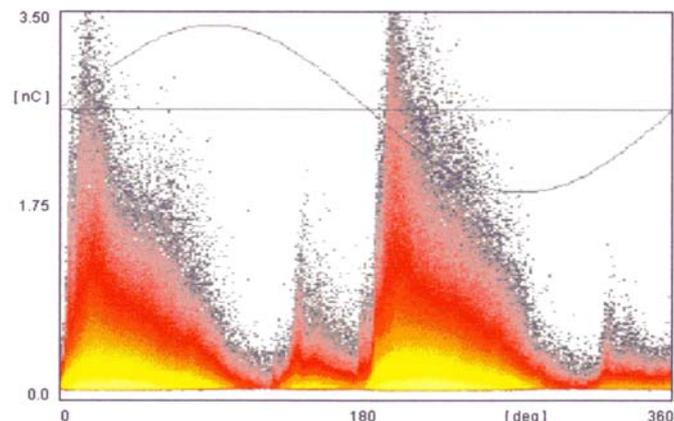
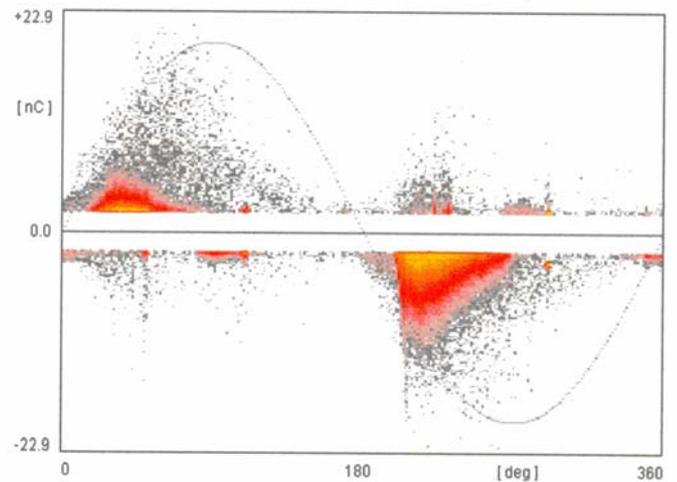


Fig. 3, Patrón PRPD: Aislación envejecida térmicamente.

Similarmente, los armónicos de frecuencia y los límites en la desviación de la línea de frecuencia, determinan la posición de la fase de un impulso de DP a 0.2- 0.5% del periodo de frecuencia de la línea. De este modo, una resolución de 8 Bits para la amplitud y posición de la fase, es un acuerdo práctico en cuanto al tiempo de adquisición requerido, y precisión alcanzable.

La figura 3 muestra una adquisición de 20s de duración para una actividad típica de DP de una aislación epoxi - mica térmicamente envejecida. La simetría del patrón para ambos medios ciclos, indica que la actividad de descarga está simétricamente contenida dentro de la aislación principal. La Fig. 3 también muestra actividades similares con un desfase de 120° de una fase adyacente, ya que este patrón fue adquirido bajo condiciones on-line, con el generador en marcha.



La figura 4 muestra un patrón adquirido en un motor de inducción de 10kV. Aquí, el patrón triangular en el medio ciclo negativo, indica que la delaminación está en la interfase a tierra, esto es denominado descarga del slot. ("slot discharge").

La Fig. 5 es un ejemplo de la actividad de descarga, descrita para las grietas en la salida del slot, para un motor con aislación tipo VPI (Fig. 2).

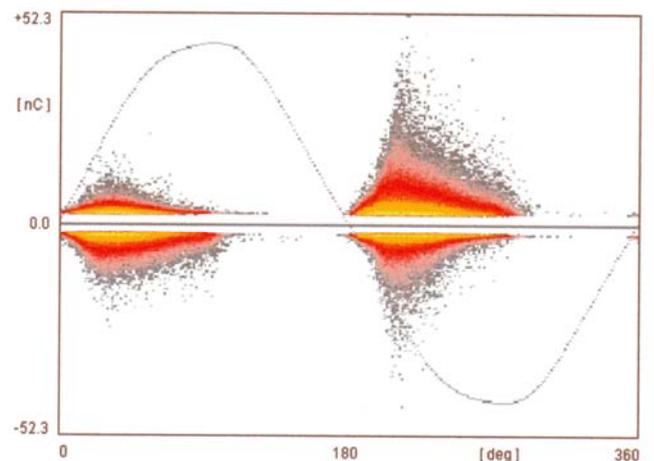


Fig. 5, Defectos en la salida del slot, etapa inicial.

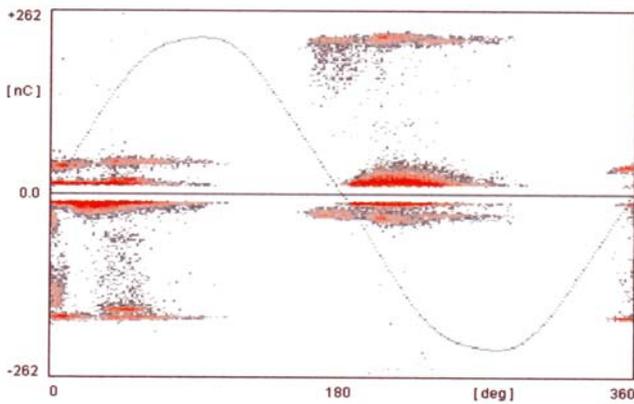


Fig. 6, Defecto en la salida del slot, etapa final, fuertes arcos.

La magnitud de esta actividad inicial, alcanza alrededor de los 50nC, donde las descargas de tipo arcos ("sparking") de la etapa final, está en el rango de varios 100nC (Fig. 6).

ENSAYOS OFF-LINE

En condiciones OFF-LINE, un transformador de ensayos o un sistema resonante, es utilizado para energizar el bobinado del estator, y para realizar mediciones de DP y de la tangente δ .

Esto ayuda a determinar la tensión de ignición de las actividades de DP, de diferentes tipos de defectos, y permite estimar la base para el comienzo de estas actividades bajo condiciones operativas.

Mediante la comparación de los resultados, tales como las tensiones de ignición/extinción, o magnitudes de descarga creciente, se evalúa el proceso de degradación de la aislación del estator.

Generalmente, para la elección de las frecuencias de medición adecuadas, y para los procedimientos de calibración, se deben tomar recaudos al considerar las propiedades en alta frecuencia de los bobinados del estator.

PRUEBAS Y MONITOREO ON-LINE

Tanto en base a los resultados de las pruebas off-line, o como consecuencia de una política de mantenimiento general, el monitoreo continuo de DP on-line, permite ubicar el estado de la aislación, bajo condiciones de operación variables.

En el caso de las pruebas on-line, es decir, mediciones programadas con un equipo de ensayos móvil, deben tomarse recaudos al comparar sólo resultados adquiridos bajo condiciones comparables (potencia, temperaturas, presión de Hidrógeno, humedad, etc.).

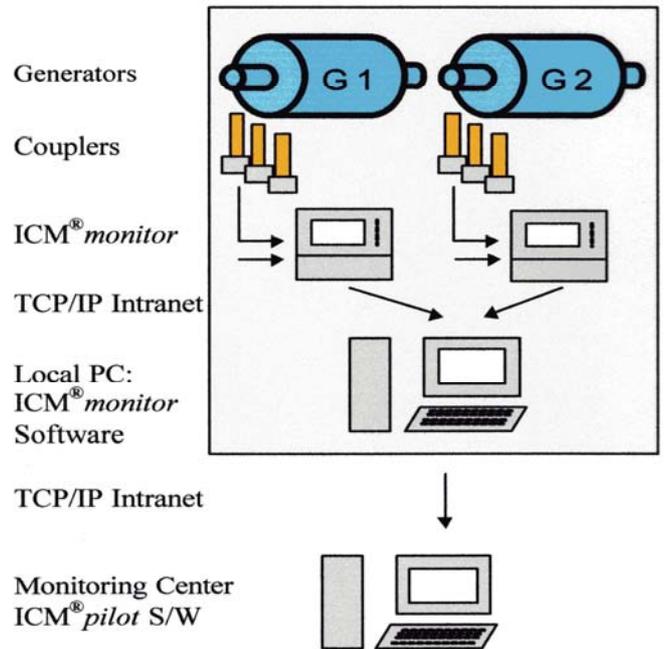


Fig. 7, Estructura de un sistema de monitoreo de DP

En el caso de estructuras más grandes, el sistema de monitoreo on-line utiliza la red de comunicación interna de una central generadora. La Figura 7 muestra la configuración de dicho sistema de monitoreo.



Fig. 8, Unidad de monitoreo (ICM Monitor) durante la instalación.

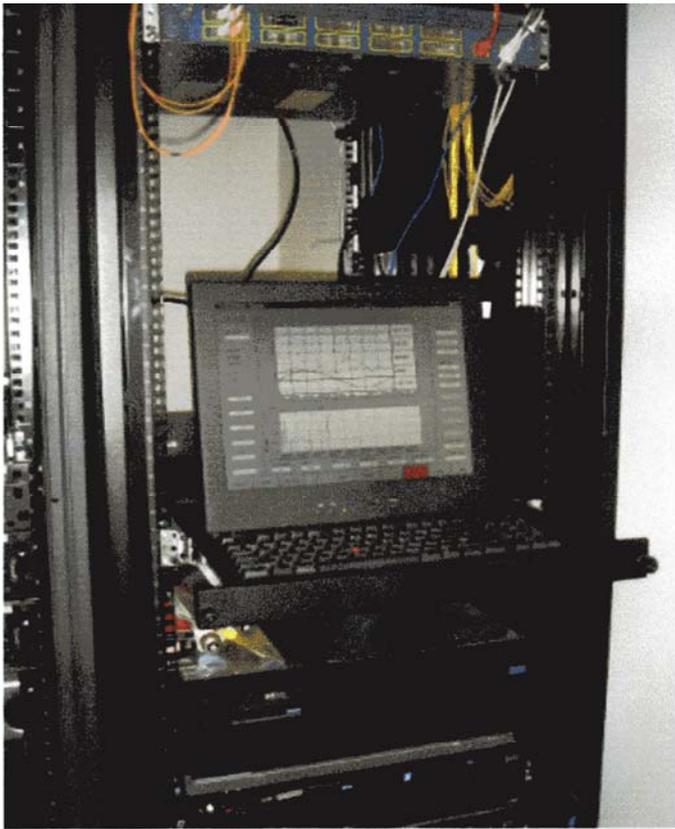


Fig.9, Servidor para escanear las unidades de monitoreo.

En cada central eléctrica, un servidor se conecta a los instrumentos y recopila la información. En cada servidor, el software es instalado como un servicio, no como una aplicación.

La comunicación local utiliza una red de fibra óptica TCP/IP. Cada unidad del monitoreo, es equipada adicionalmente con canales de entradas analógicas de 0(4)-20mA, para complementar las mediciones de DP, en forma conjunta con las condiciones operativas de las maquinas, tales como potencias, temperaturas, etc.

La comunicación con el centro de monitoreo, utiliza también la estructura Intranet TCP/IP. Normalmente la información es reunida compartiendo los recursos. Sin embargo, en caso de ser necesario, una ruta directa para cada instrumento del monitoreo, permite conducir sesiones de mediciones completamente controladas en forma remota, utilizando el software en modo experto.

La figura 8 muestra la instrumentación local instalada en un cuarto de control del generador. Los gabinetes que ofrecen mayor protección (NEMA4X), son utilizados en caso de que el mencionado cuarto de control, no esté disponible en la zona del generador.

El servidor local (Fig.9) es instalado en el cuarto de control de comunicación. La administración por remoto, permite las actualizaciones del software y las configuraciones convenientes.

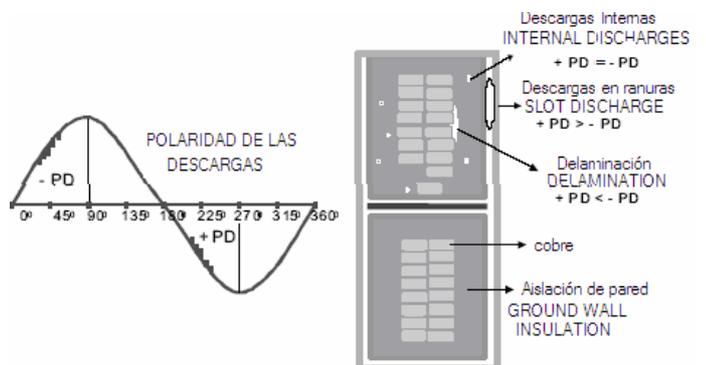
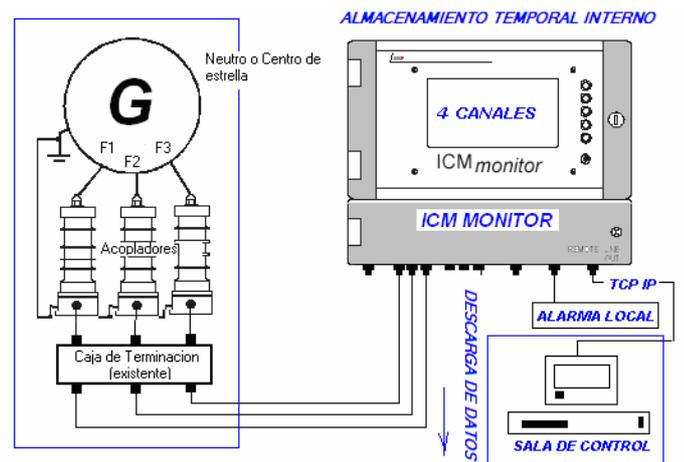
CONCLUSION

El análisis del patrón de DP de fase resuelta (PRPDA), permite la identificación de una variedad de tipos de defectos del sistema de aislación epoxi-mica y de otros sistemas.

La información obtenida mediante el uso de este tipo de sistemas, no es para nada comparable a la escasa y limitada información, obtenida mediante el uso básico de osciloscopios.

Los ensayos de DP off-line, y el monitoreo continuo on-line, permite mantener el sistema de aislación en buenas condiciones.

Las acciones de mantenimiento adecuadas y económicamente optimizadas, pueden ser planeadas basándose en los resultados del monitoreo on-line, donde el ensayo de DP off-line junto con las pruebas adicionales, permite determinar las reparaciones necesarias a futuro.



FUENTE: **INDUCOR INGENIERIA S.A.**

ELECTRICAL TESTING GROUP
 H.V. PARTIAL DISCHARGE
 Power Diagnostix Systems GmbH
 Latin American Sales & Applications
www.inducor.com.ar