EPRI | ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

Apuntes sobre turbo-generadores de vapor

Julio de 2009 **Grupos turbo-generadores de vapor de centrales de combustible fósil y nuclear**

Índice

Taller sobre Turbinas de Bombas de Alimentación de Calderas y Reactores de 2009 2
Próximos cambios en el Programa de I+D sobre Grupos Turbo-Generadores de Vapor en 2010 3
Taller sobre LPRimLife en julio de 2009 3
Validación automática de modelos para centrales eléctricas mediante modelación de perturbaciones en línea 4
Próximos eventos 4
Personal del programa 4
Perspectivas de futuro: Programa 65 y NSTI 5
Proyecto en marcha: demostración sobre sensores de posición sin contacto en válvulas de turbinas 6
Libro de referencia para productos relacionados con grupos turbo-generadores de vapor 6
Actualización del programa informático LPRimLife 7
Grupo de Interés del NERC 7
Finalización de la guía de mantenimiento de sistemas de control mecánico e hidráulico 8
Proyecto de monitorización del fluido del control electrohidráulico en turbinas de vapor 8
Proyecto sobre el efecto de la materia orgánica/las aminas en el funcionamiento y la fiabilidad de las turbinas 9
Webcasts formativas sobre grupos turbo-generadores de vapor 9
Traducciones disponibles para los miembros internacionales 9
Limpieza química de las válvulas principales de cierre/admisión de una turbina 10
Gestión de riesgos con presupuestos limitados 10
Ya está disponible la guía de evaluación de la condición de los actuadores de válvulas en turbinas de vapor 11
Incorporaciones a las directrices para reducir la duración y el coste de las revisiones e inspecciones de mantenimiento de grupos turbo-generadores 12
Próximamente: informe y software de registradores de fallos digitales 13
Proyecto en marcha: acciones mitigadoras durante sucesos significativos en grupos turbo-generadores 14
¿Confundido con la jerga de los grupos turbo-generadores? Ya está disponible la guía sobre definiciones y acrónimos de grupos turbo-generadores 14
Demostración del funcionamiento del NDE del acoplamiento del álabe de entrada axial 15
Nuevo servicio para miembros: contratación de consultores del sector a través del Programa 65/NSTI para ampliar conocimientos 15
El Programa 65 busca experiencias sobre fallos de turbinas dentro del sector 15
XI Taller de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y exposición de proveedores 16
Lanzamiento del software sobre criterios de inspección para informes sobre generadores en 2009 16
Guías de mantenimiento del sistema auxiliar de grupos turbo-generadores, volumen 5 Guía del sistema de disparo de la turbina principal y la bomba de alimentación 17
Guía de instalación y mantenimiento de pasatapas de generadores 18
Guía para la inspección de álabes de turbinas de baja presión 18
Nota resumen: V Taller Bienal de Transferencia de Tecnología de EPRI 18
Actualización del Grupo de Usuarios de Grupos Turbo-Generadores 19

Guías de mantenimiento del sistema auxiliar de grupos turbo-generadores, volumen 4: refrigeración del estator del generador

Durante los últimos años se han diseñado diferentes sistemas de refrigeración para generadores grandes. Con el aumento en las dimensiones de los generadores, se introdujo la refrigeración por hidrógeno, y en 1956 se empleó por primera vez la refrigeración por agua en las barras de los estatores y los rotores. En la actualidad, la refrigeración por agua es una tecnología madura y su generalización ha permitido identificar sus problemáticas más comunes. Las más importantes son:

- Fugas de hidrógeno en el agua de refrigeración del estator
- Fugas de agua de refrigeración del estator desde el bobinado
- Obstrucción del circuito de refrigeración del bobinado
- Obstrucción del circuito de refrigeración de la parte exterior del bobinado (por ejemplo, filtros y tamices)

El informe 1015669 de EPRI describe los diferentes tipos de generadores refrigerados por agua junto con sus sistemas de refrigeración y componentes. El informe contiene también especificaciones para operación y periodos de inactividad y recomendaciones para su monitorización y mantenimiento. Su completo anexo aborda los puntos problemáticos más frecuentes y alude a informes prácticos de experiencia operativa para la identificación y resolución de problemas. Las principales recomendaciones del informe son:

- Implantar las condiciones de diseño, permitir que el sistema alcance un estado de equilibrio y mantener dicho estado.
- No modificar el régimen químico del agua del estator sin consultar con un experto.
- Vigilar el estado químico del agua. Establecer tendencias e investigar cualquier cambio que se produzca.
- Mantener una comunicación adecuada con el químico de la central (esta recomendación compete al ingeniero responsable del generador).
- Mantener un enfoque proactivo para evitar o mitigar restricciones del caudal.
- En caso de que se produzcan restricciones del caudal, la limpieza de las barras del estator puede ofrecer una solución temporal, pero no resolverá el problema de forma definitiva. Investigar y mitigar la causa raíz.
- Garantizar que el contenido de oxígeno disuelto del agua de aporte se corresponde con el contenido de oxígeno disuelto del agua presente en el sistema.
- Es esencial controlar la conservación de la bobina del estator.
- Desconfiar de situaciones en las que una condición anómala se restablezca a valores normales por sí sola. Investigar y averiguar la causa raíz.
- Si se detectan restricciones del caudal, no esperar hasta que la situación empeore y genere una situación de emergencia o hasta que los óxidos se copacten y sean difíciles de eliminar. Mantener un enfoque proactivo y proceder de la forma oportuna para resolver cualquier problema de limpieza.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

Taller sobre Turbinas de Bombas de Alimentación de Calderas y Reactores de 2009

El Programa 65 de EPRI celebrará el Taller sobre Turbinas de Bombas de Alimentación de Calderas y Reactores (B/R FPTs, por sus siglas en inglés) en los días 27 y 28 de julio de 2009 en el Hotel Nashville Marriott en la Vanderbilt University de Nashville, Tennessee. El taller estará dirigido a ingenieros de turbinas, ingenieros de sistemas, personal de planificación y aprovisionamiento, y a todos aquellos cuyo trabajo esté relacionado con turbinas de bombas de alimentación de calderas y reactores.

El taller ha sido diseñado para personal del sector energético, tanto fósil como nuclear, y abordará problemas emergentes de las B/R FPTs del sector. Entre los temas que se tratarán se incluyen: válvulas y controles, ,modernización de los controles, fin de la vida útil de rotores y cilindros, adquisición y recambios, operación y periodos de inactividad, impacto de las actualizaciones en la vía de vapor, acoplamientos (diseños, capacidades y procesos de alineación), sistemas auxiliares (aceite de lubricación, sellos

Instalación ordinaria de turbina de bomba de alimentación de caldera en una central

de vapor, etc.), instrumentación de supervisión de turbinas, equilibrado, revestimientos y lecciones aprendidas.

Para la comodidad de los asistentes, las sesiones formativas de EPRI LPRimLife se han programado para los días 29 y 30 de julio y se celebrarán tras el Taller de B/R FPTs en el mismo lugar. Asegúrese de que sus especialistas en turbinas participan en estas actividades para permanecer al día de los avances del sector y anticipar cualquier problema en las turbinas de su central.

Cada jornada comenzará con presentaciones informativas y formativas a cargo de expertos del sector, a las que seguirán mesas redondas y presentaciones por parte de empresas eléctricas que completarán el programa de tarde. Le animamos a compartir sus experiencias sobre temas relacionados con su emplazamiento o con la flota en las mesas redondas y a intercambiar ideas, experiencias y temas de debate con otros miembros del sector.

Taller de B/R FPTs: Día 1, mañana

Bob Beck, de TurboCare, ofrecerá una presentación bajo el título «características de diseño y operación de las B/R FPTs». Bob ya llevó a cabo una presentación en el taller de EPRI de 2007 celebrado conjuntamente con la reunión del Grupo de Usuarios de Grupos Turbo-Generadores en Phoenix, Arizona.

Taller de B/R FPTs: Día 2, mañana

Siemens ofrecerá una presentación bajo el título «extensión de la vida útil de turbinas de bombas de agua de alimentación de calderas antiguas». Siemens ha desarrollado numerosas soluciones para ayudar a sus clientes a aumentar la fiabilidad y vida útil de las bombas de alimentación de calderas y sus accionadores de turbina. Esta misma empresa ha diseñado un programa exhaustivo para la extensión de la vida útil de los accionadores de las turbinas de vapor de las bombas de alimentación de calderas y sus correspondientes sistemas auxiliares con el objetivo de optimizar la rentabilidad de los equipos a largo plazo. Los temas principales de la presentación serán el aumento de la disponibilidad y la fiabilidad de las turbinas de bombas de alimentación de calderas, la prolongación del tiempo de operación entre paradas, la reducción de los requisitos de mantenimiento, la mejora de la eficacia operativa y el aumento de la producción de las centrales. Los análisis llevados a cabo por Siemens indican que, a pesar de que numerosos clientes han implantado o planeado mejoras en las cadenas de tracción, se ha avanzado poco en la optimización de la mayoría de los sistemas de agua de alimentación de calderas. Esto ha propiciado que no se alcancen condiciones de operación óptimas y que se hayan experimentado pérdidas de potencia parásitas en las centrales . La presentación incluirá datos técnicos sobre los programas de mejora de Siemens. El programa del día se completará con presentaciones adicionales de otros miembros del sector. El taller se clausurará con un resumen de los puntos principales abordados y las lecciones aprendidas.

Le animamos a que contribuya con sus métodos y experiencias a solucionar los numerosos problemas de las B/R FPTs del sector.

Si está interesado en participar en el taller, puede ponerse en contacto con Gary Golden, +1 865.218.8111, ggolden@epri.com. Puede acceder a la información actualizada sobre el taller en el calendario de eventos de EPRI en www.epri.com.

Notas sobre grupos turbo-generadores de vapor

Es una publicación del Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI): Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de Centrales de Combustible Fósil y Nuclear

1300 W.T. Harris Blvd., Charlotte, North Carolina, 28262, EE.UU. Fax: 704.595.2867

Próximos cambios en el Programa de I+D sobre Grupos Turbo-Generadores de Vapor en 2010

Como bien sabrá la mayoría de nuestros miembros, el Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor y Sistemas del Secundario de EPRI (Programa 65 [P65]) nació a comienzos de los años 70 coincidiendo con la fundación de EPRI por parte de las empresas eléctricas de los EE.UU.

En 1999 se creó la Iniciativa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor Nucleares (NSTI, por sus siglas en inglés), que en los últimos años ha servido de ayuda a un gran número de miembros del sector nuclear estadounidense. A principios de la presente década, y por distintos motivos, la financiación del P65 se vió notablemente reducida. Sin embargo, la NSTI continuó desarrollándose tanto en volumen de financiación como en número de miembros.

Desde los inicios de la NSTI, y gracias al acuerdo entre los asesores de ambos programas, la NSTI y el P65 han compartido todos los proyectos acometidos.

Durante los últimos años se han producido diversos cambios en las políticas administrativa de EPRI (reguladas por los miembros del consejo ejecutivo del sector), y como consecuencia de ellos muchas empresas que formaban parte de la NSTI han migrado al P65. Además, un gran número de nuevas empresas se han sumado al P65. Gracias al aumento en la actividad de los miembros, en la actualidad el Programa de I+D sobre Grupos Turbo-Generadores goza de una excelente salud.

Sin embargo, como consecuencia de este cambio significativo en la «proporción» de miembros del P65 y miembros de la NSTI, se ha tomado la siguiente decisión con la aprobación de los asesores de la NSTI y el P65: la NSTI dejará de existir como programa independiente a partir de 2010. Como es natural, los miembros actuales de la NSTI podrán unirse al P65 en 2010, tal y como se hizo en 2009. Si algún miembro del sector nuclear colaboró en la financiación de la NSTI por medio de un acuerdo de servicios nucleares en 2009, podrá seguir haciéndolo a partir de 2010. No obstante, en el acuerdo deberá figurar la denominación P65 en lugar de la de NSTI.

La estructura organizativa conservará su enfoque hacia los sectores fósil y nuclear y los actuales presidentes de los comités de asesoramiento del P65 y la NSTI actuarán como copresidentes de los miembros de dichos sectores del P65. El reglamento del P65 se modificará para acoger todos estos cambios.

Asimismo, dado que tradicionalmente el P65 no ha dedicado muchos recursos al apartado de los «sistemas del secundario» y apenas ha llevado a cabo proyectos de I+D en este campo, tras considerar la solicitud de los asesores, el nombre del programa pasará a ser «Grupos Turbo-Generadores de Vapor y Sistemas Auxiliares».

Si en la actualidad es miembro del Programa de Grupos Turbo-Generadores de EPRI o desea serlo en el futuro y tiene alguna pregunta sobre los cambios en la programación de 2010, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.

Taller sobre LPRimLife en julio de 2009

Durante décadas, los agrietamientos en los anillos de los discos rotores de baja presión han sido uno de los principales desafíos para los operadores de turbinas de vapor. EPRI ha financiado diversos programas de investigación con el objetivo de mitigar este problema. Una de las iniciativas adoptadas es el programa informático denominado LPRimLife, el cual utiliza datos de diseño y operación, resultados de inspecciones y algoritmos de tensión y fractura para estimar la vida útil restante de los rotores de baja presión con agrietamientos en el acoplamiento de los anillos de los discos. La versión beta del programa se completó en el año 2000 y se distribuyó entre los miembros patrocinadores del programa de desarrollo. La empresa Structural Integrity Associates también utiliza LPRimLife para proporcionar servicios de análisis a empresas eléctricas en virtud de una licencia concedida por EPRI.

Próximamente se organizará un taller sobre LPRimLife en el que se describirán sus utilidades y se proporcionarán instrucciones prácticas para su utilización. Para la formación se utilizará una versión beta del software LPRimLife versión 2.1 actualizado. En la actualidad EPRI colabora con Impact Technologies, LLC en la actualización de LPRimLife. El taller se celebrará en los días 29 y 30 de julio de 2009 en el Hotel Nashville Marriott de la Vanderbilt University de Nashville, Tennessee, y estará *Para obtener información adicional, puede ponerse en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.*

Validación automática de modelos para centrales eléctricas mediante modelación de perturbaciones en línea

La validación y las pruebas de modelos de generadores son temas comunes dentro del sector, y desde hace varias décadas vienen realizándose trabajos en este ámbito. Tras los incidentes experimentados en determinados sistemas en 1996, en 1997 el Consejo Coordinador de Electricidad del Oeste de los EE.UU. (WECC, por sus siglas en inglés) puso en marcha importantes iniciativas para mejorar los modelos de planificación de sistemas. Una de ellas fue el establecimiento de pruebas obligatorias para las unidades de generación. En la actualidad, el Consejo de Fiabilidad Eléctrica Norteamericano (NERC, por sus siglas en inglés) trabaja para ampliar la obligatoriedad de pruebas similares a todo el país.

Tradicionalmente, la validación de modelos se ha realizado a través de pruebas escalonadas en las instalaciones de generación. Este proceso requiere desacoplar la unidad, conectar los dispositivos de registro adecuados a la unidad y llevar a cabo una serie de acciones escalonadas tanto con la unidad desacoplada como acoplada a baja carga. Además de los gastos derivados del tiempo empleado por los ingenieros y los recursos dedicados a las tareas, es necesario asumir las posibles pérdidas de generación ocasionadas durante las pruebas en la unidad. Por otra parte, siempre existe el riesgo dañar la unidad, si bien éste es bastante bajo.

En el desarrollo de este proyecto se investigaron e identificaron métodos de validación de modelos que emplean datos recogidos mediante dispositivos de registro de sucesos (registradores de fallos digitales, por ejemplo) durante perturbaciones en los sistemas de las centrales. A continuación, dichos datos se utilizaron para validar y ajustar el modelo de la central. Algunas de las ventajas de este método son que no requiere programar paradas en la unidad, ni tampoco manipularla o desacoplarla. Además, se elimina el riesgo adicional de dañar la unidad durante las pruebas. Otra ventaja importante es que permite analizar la respuesta de la unidad ante sucesos reales. Sin embargo, para que este proceso sea eficaz es necesario disponer de datos de referencia fiables sobre los modelos aplicables para la central, con lo que sigue siendo necesario realizar algún tipo de prueba escalonada o validación de modelos para la puesta en en servicio de la planta.

El informe 1016000 de EPRI describe la herramienta desarrollada en el entorno MATLAB® y una sencilla interfaz gráfica que facilita su utilización. Dicha herramienta se utilizó para procesar a posteirori datos de perturbaciones que fueron registrados con medios digitales en tres centrales que prestaron sus instalaciones para probar y verificar el enfoque.

El Software de Derivación de Parámetros de Centrales se publicará en el cuarto trimestre de 2009.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

Próximos eventos

Reuniones de 2009	Fecha	Lugar
Grupo de Interés de Cumplimiento del NERC	21-22 de julio de 2009	Charlotte, NC
Taller de B/R FPTs	27-28 de julio de 2009	Nashville, TN
Taller de LPRimLife	29-30 de julio de 2009	Nashville, TN
Seminario sobre pruebas de rampa de CC	7-10 de agosto de 2009	Denver, CO
Taller de verano de Grupos Turbo-Generadores y reunión del TGUG	10-14 de agosto de 2009	Milwaukee, WI

Reuniones de 2010	Fecha	Lugar
Taller de invierno de Grupos Turbo-Generadores y reunión del TGUG	18-22 de enero de 2010	Williamsburg, VA

Personal del programa

Alan Grunsky
Gestor del Programa P65/NSTI
+1 704.595.2056, agrunsky@epri.com

Gary Golden
Funcionamiento, pruebas, B/R FPTs
+1 865.218.8111, ggolden@epri.com

Grant Lanthorn
Becario
+1 704.595.2125, glanthorn@epri.com

Sharon Parker
Sistemas auxiliares de turbinas
+1 704.595.2164, sparker@epri.com

Linda Parrish
Auxiliar administrativo principal
+1 704.595.2061, lparrish@epri.com

Jan Stein
Equipos eléctricos, generadores
+1 650.855.2390, jstein@epri.com

Paul Zayicek
Exámenes no destructivos, evaluación de la condición
+1 704.595.2154, pzayicek@epri.com

Perspectivas de futuro: Programa 65 y NSTI

Los proyectos emprendidos en el marco del Programa 65 (grupos turbo-generadores de vapor y sistemas del secundario) y la Iniciativa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor Nucleares (NSTI, por sus siglas en inglés) son el resultado de las aportaciones de los respectivos comités de asesoramiento. Además de planificar el futuro inmediato, los comités de asesoramiento proyectan el desarrollo del programa en los años sucesivos. A continuación se muestra una lista de los proyectos propuestos y programados provisionalmente con finalización prevista entre 2010 y 2011 dentro del Programa 65 y la NSTI.

Título del informe o la actividad	Año de lanzamiento	Gestor de proyectos
Guías de mantenimiento del sistema auxiliar de grupos turbo-generadores, volumen 6	2010–11	Aún por determinar
Módulo de formación por ordenador para FAST	2010–11	Paul Zayicek
Implantación de maquetas con grietas en los acoplamientos de los álabes	2010–11	Paul Zayicek
Evaluación internacional de la condición de válvulas de turbinas	2010–11	Sharon Parker
Evaluación internacional de la condición de actuadores de válvulas de turbinas	2010–11	Sharon Parker
Incorporaciones al módulo de la base de datos de mantenimiento preventivo	2010–11	Alan Grunsky
Módulo de formación por ordenador para SAFER-PC	2010–11	Paul Zayicek
Muestras de referencias de fatiga	2010–11	Paul Zayicek
Evaluación de la condición del aislamiento del bobinado del estator mediante pruebas de rampa de sobretensión de CC	2010–11	Jan Stein
Validez de la prueba de sobretensión a 0,1 Hz en el bobinado del estator	2010–11	Jan Stein
Módulo de formación por ordenador para LPRimLife	2010–11	Paul Zayicek
Directrices para ingenieros de turbinas	2010–11	Gary Golden
VI Taller de Transferencia de Tecnología	2011	Paul Zayicek
XII Taller de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y exposición de proveedores	2011	Paul Zayicek

A lo largo del año, el personal del Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y las empresas miembro anunciarán proyectos adicionales. Durante la reunión del comité de asesoramiento del Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor que tendrá lugar el próximo otoño de 2009, los asesores revisarán la lista completa de proyectos y evaluarán las prioridades de I+D del Programa de cara a los próximos años.

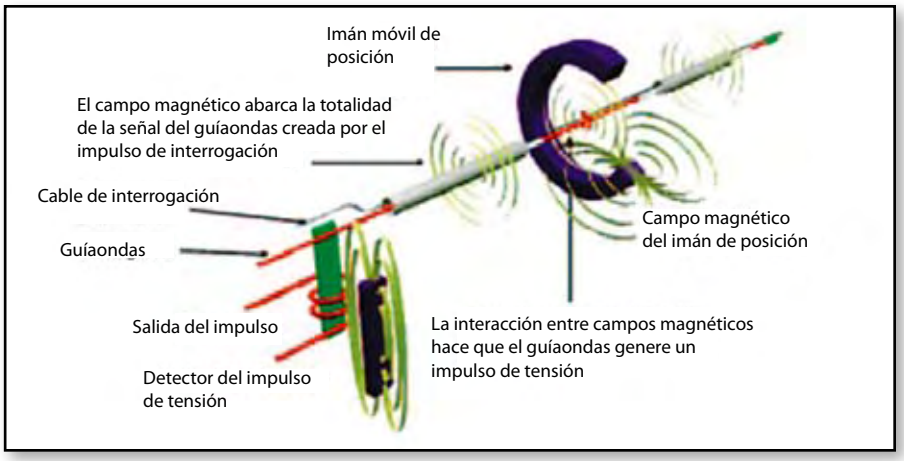
Para obtener más información acerca de esta actividad, puede ponerse en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.

Proyecto en marcha: demostración sobre sensores de posición sin contacto en válvulas de turbinas

Ya está en marcha el proyecto de demostración del uso de sensores sin contacto para medir la posición de las válvulas de turbinas. Los indicadores de posición utilizados en la actualidad (transformadores diferenciales variables lineales [LVDTs, por sus siglas en inglés]) pueden presentar fallos como consecuencia de las piezas móviles que contienen. La utilización de un sensor sin contacto podría aumentar la fiabilidad y la disponibilidad de la señal de posición de la válvula. Dicho sensor (compuesto por un imán y un guíaondas) se instalaría en la válvula seleccionada y un ordenador portátil registraría los datos recogidos para compararlos posteriormente con los datos provenientes del LVDT.

Asimismo, se están estudiando alternativas sobre aplicaciones de los LVDTs. La tecnología magnetostrictiva es menos costosa que los LVDTs, ofrece una precisión similar, no conlleva ningún desgaste y no necesita calibración. Sin embargo, este sensor presenta la desventaja de que, para que la medición de la distancia sea fiable, la temperatura debe ser inferior a 75 °C (167 °F).

El sensor magnetostrictivo se compone de un guíaondas y un imán (consultar la imagen de la derecha). El guíaondas alberga el sensor y va montado sobre la carcasa del muelle de torsión. Sobre el brazo del acoplamiento de la válvula que sostiene el LVDT se instala un imán móvil permanente. El imán tiene forma de arandela y se desplaza a lo largo del guíaondas, que genera un impulso de corriente. El imán móvil permanente atraviesa el campo eléctrico axial generado por el guíaondas. La posición del imán se calcula mi-



Disposición de un sensor magnetostrictivo (cortesía de Mechanical Testing Systems)

diendo el tiempo transcurrido entre la aplicación del impulso de corriente y la llegada del impulso de tensión mediante un contador de alta velocidad.

El proyecto de demostración del sensor incluye la instalación de un sensor magnetostrictivo, la monitorización y comparación de los datos de desplazamiento y la redacción de un informe final.

Para instalar el sensor magnetostrictivo en una válvula de turbina, debe fabricarse un soporte para sujetar el guíaondas y conectar al sensor un ordenador portátil equipado con un software de monitorización adecuado.

El sensor y el hardware deben instalarse durante la parada de la unidad. Deben recopilarse datos durante el arranque, las pruebas de final de carrera de las válvulas, las modificaciones de la carga y los posibles disparos de la unidad. El sensor registrará los datos de desplazamiento de la válvula de forma paralela al LVDT utilizado previamente. Cada mes, los datos recogidos por el sensor de posición y el LVDT deberán someterse a un análisis comparativo.

Tras un periodo de operación de entre 3 y 6 meses, se dará por finalizado el proyecto de demostración. Finalmente, deberá redactarse un informe definitivo que describa la instalación, la comparación de los datos obtenidos y las lecciones aprendidas.

Si está interesado en que su instalación participe como anfitriona en la demostración del sensor, puede ponerse en contacto con Sharon Parker, +1 704.595.2164, sparker@contractor.epri.com.

Libro de referencia para productos relacionados con grupos turbo-generadores de vapor

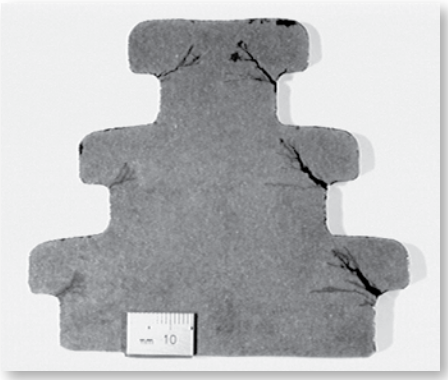
Desde sus comienzos, el Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI ha elaborado multitud de informes y otros productos. En el informe 1019321 de EPRI *Description of Past Research: EPRI Fossil and Nuclear Steam Turbines and Generators - Volume 2009* (Descripción de investigaciones previas: generadores y turbinas de vapor de centrales de combustibles fósiles y nucleares de EPRI - volumen 4) se incluye una colección de más de 130 resúmenes de productos que describen las investigaciones realizadas por EPRI a lo largo de los últimos 20 años. Para facilitar su consulta, los resúmenes se han clasificado por orden alfabético y categorías. Cada resumen de producto incluye una sinopsis, una descripción del objetivo del proyecto, el enfoque y los resultados del informe, y la perspectiva de EPRI. El informe proporciona referencias útiles para los miembros de EPRI que busquen informes antiguos sobre temas específicos de su interés. Este año se incluye una lista completa de todos los productos del Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor, con más de 450 proyectos llevados a cabo desde 1977. Este documento estará disponible a finales del tercer trimestre de 2009.

Para obtener más información acerca de esta colección, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.

Actualización del programa informático LPRimLife

El código informático LPRimLife combina en una metodología integrada la información de análisis de tensión, los datos sobre propiedades de los materiales y los algoritmos de mecánica de fracturas adecuados con los datos de degradación de materiales aplicables para evaluar la vida útil restante de los rotores de baja presión con agrietamientos en el acoplamiento del anillo del disco. Gracias a LPRimLife, las empresas pueden estimar la vida útil restante de los acoplamiento de los anillos desde puntos de vista tanto deterministas como probabilísticos. Además, permite evaluar el tamaño crítico de las grietas y desarrollar planificaciones de mantenimiento y reparación de forma más eficaz. Al combinarlo con los últimos avances en materia de inspección por ultrasonido para acoplamientos de anillos mediante tecnologías de secuencia de fases, LPRimLife brinda a las empresas la posibilidad de monitorizar sus turbinas con mayor eficacia. Por otra parte, facilita la planificación de estrategias de mantenimiento eficaces para la operación continuada de acoplamientos de anillos de rotores de baja presión que presenten o puedan presentar agrietamientos.

LPRimLife vio la luz en el año 2000 en su versión beta. Su distribución se limitó a las empresas que colaboraron en la financiación del programa de desarrollo. EPRI también proporcionó una licencia del programa a la empresa Structural Integrity Associates para que ésta pudiese ofrecer servicios de análisis al sector. El reciente y renovado interés en LPRimLife se ha materializado en un proyecto para actualizar la versión beta original de forma que cumpla con los estándares de software actuales de EPRI y facilitar la distribución de LPRimLife entre las empresas eléctricas y los agentes comerciales interesados. Según el programa actual del proyecto, la versión 2.1 beta de LPRimLife verá la luz a finales de julio de 2009 y la versión final estará disponible a finales de año. En la actualidad Impact Technologies, LLC colabora con EPRI en la actualización de LPRimLife. En los días 29 y 30 de julio de 2009 se celebrará un taller conjunto sobre LPRimLife en Nashville, Tennessee, que estará dirigido a los nuevos usuarios de LPRimLife y a todos aquellos que estén interesados en saber más sobre las características del programa.



Agrietamiento por corrosión bajo tensión en acoplamientos del anillo del disco

Para obtener información adicional, puede ponerse en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.

Grupo de Interés del NERC

En 2008 se creó un grupo de interés para compartir experiencias relativas al cumplimiento de los estándares del Consejo de Fiabilidad Eléctrica Norteamericano (NERC) aplicables a centrales eléctricas. DTE Energy organizó la primera reunión, que tuvo lugar en los días 21 y 22 de agosto de 2008.

La segunda reunión está programada para los días 21 y 22 de julio de 2009 en las oficinas de EPRI en Charlotte, Carolina del Norte. El programa de la reunión incluye presentaciones y debates sobre los siguientes temas:

- Referencias sobre la Comisión Federal Reguladora de la Energía de los EE.UU. (FERC, por sus siglas en inglés), NERC, y la Organización Regional de Fiabilidad (RRO, por sus siglas en inglés)
- Mesa redonda sobre buenas prácticas en el cumplimiento de estándares en centrales nucleares, de combustible fósil e hidroeléctricas
- Informe sobre estándares propuestos y aprobados desde agosto de 2008
- Aspectos organizativos y administrativos del cumplimiento
  - Sesión formativa: protección de infraestructuras críticas
  - Sesión formativa: problemas en centrales nucleares
- Experiencias sobre auditorías
- Problemas técnicos de cumplimiento
  - Pruebas en centrales nucleares
  - Experiencias internacionales sobre pruebas de validación de modelos de generadores
- Descripción general de la monitorización del entorno
  - Requisitos de instalación e información de los equipos de monitorización de perturbaciones (PRC-002-2)
  - Experiencias con registradores de fallos digitales (DFRs, por sus siglas en inglés)
  - Utilización de DFRs para la monitorización del entorno

Para inscribirse en la reunión de 2009, diríjase a:

http://guest.cvent.com/EVENTS/info/summary.aspx?e=701b5240-717-c-4aa0-bddb-dae7bc530047

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

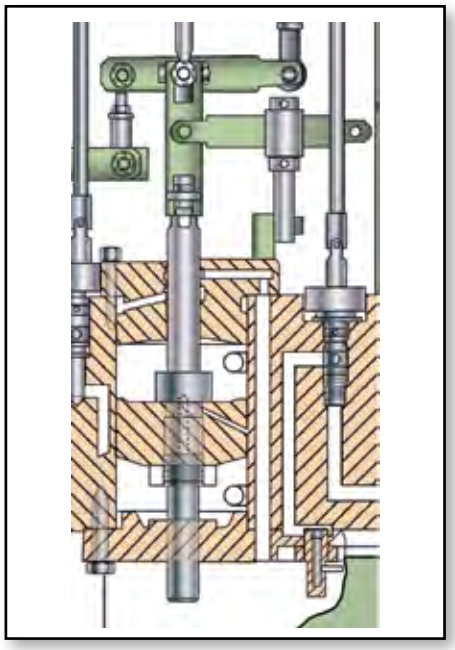
Finalización de la guía de mantenimiento de sistemas de control mecánico e hidráulico

La publicación del informe 1015666 de EPRI, *Mechanical Hydraulic Controls (MHC) System Maintenance Guide* (Guía de mantenimiento de sistemas de control mecánico e hidráulico [MHC, por sus siglas en inglés]) a finales de 2009, supuso la culminación del proyecto iniciado en 2008 para elaborar una guía de mantenimiento de sistemas de control mecánico e hidráulico. Este tipo de controles continúan utilizándose en algunos grupos turbo-generadores antiguos. Uno de los artículos publicados en la edición de *Notas sobre grupos turbo-generadores de vapor* de julio de 2008 contiene información detallada sobre el contenido de la guía.

El informe técnico elaborado incluye información sobre la operación básica de los sistemas MHC, su inspección, instalación, identificación y resolución de problemas y mantenimiento. La guía ayudará a los nuevos ingenieros de sistemas a familiarizarse con los problemas y las medidas correctoras necesarias para reducir la indisponibilidad de los sistemas de MHC. El objetivo del informe es abarcar dispositivos de MHC para dos aplicaciones de válvulas de turbinas de vapor: General Electric y Westinghouse, ambas para centrales de combustible fósil.

A pesar de que la mayoría de los sistemas de MHC operan en turbinas de vapor de centrales de combustible fósil, varias unidades nucleares de diferentes países utilizan este tipo de sistemas de control. A principios de 2009 se comenzó a trabajar para añadir una sección al informe actual (1015666) que abordase los subsistemas especiales de unidades nucleares no incluidos en los sistemas de MHC ordinarios de las centrales de combustible fósil, como por ejemplo los reguladores mecánico y eléctrico de presión. La segunda versión del informe 1015666 se publicó el pasado junio de 2009 como informe 1019313 de EPRI, *Mechanical Hydraulic Controls (MHC) System Maintenance Guide, Revision 1* (Guía de mantenimiento de sistemas de control mecánico e hidráulico [MHC], revisión 1). Tras la publicación del informe 1019313, EPRI archivó el informe original número 1015666 (la nueva versión 1019313 incluirá información completa sobre los sistemas de MHC de centrales de combustible fósil e información adicional sobre los subsistemas específicos de las centrales nucleares).

Para obtener más información acerca de este proyecto, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.



Servomotor del regulador mecánico de presión de los sistemas de control mecánico e hidráulico de una central nuclear

Proyecto de monitorización de fluidos del control electrohidráulico en turbinas de vapor (1017487)

Ya está en marcha el proyecto para llevar a cabo una demostración en sistemas de control electrohidráulico (EHC, por sus siglas en inglés) de turbinas de vapor utilizando sensores para medir la impedancia del fluido del EHC en varios rangos de frecuencia. Los datos resultantes se almacenarán y analizarán para detectar cambios en el contenido de humedad, acidez, resistividad y otros parámetros del fluido del EHC durante su operación. A continuación, las muestras de fluido del EHC se utilizarán para establecer una correlación con el análisis del sensor. Además, la Tennessee Valley Authority (TVA) proporcionará muestras de fluidos del EHC que servirán para la realización de pruebas y análisis. Finalmente, se compararán los resultados del sensor del fluido del EHC con los de las pruebas efectuadas por la TVA.

Una gran parte de los sistemas de control de grandes grupos turbo-generadores de instalaciones de combustible fósil, la mayoría de ellos en el caso de las centrales nucleares, son de tipo EHC. El estado del fluido del EHC es crítico para garantizar una operación segura y sin interrupciones del sistema. Por tanto, es necesario realizar muestreos y análisis periódicos para garantizar la calidad del fluido del EHC. En ocasiones, pueden aparecer problemas entre los periodos de muestreo, los cuales no podrán ser detectados por el personal de la central hasta que se conozcan los resultados de las muestras o el problema se haga evidente mediante sucesos relacionados con el control de operación.

Contar con información en tiempo real sobre el estado del fluido del EHC permite al personal detectar problemas y adoptar acciones para mitigarlos antes de que el sistema de control se vea afectado. Este es precisamente el caso de los aceites de lubricación, para los que se dispone de tecnología y sensores que permiten monitorizar sus condiciones de forma continua.

La instalación anfitriona, propiedad de Entergy, fue la central de Roy S. Nelson en Westlake, Luisiana. Impact Technologies, LLC proporcionó el sensor (denominado *FS-3 sensor*), que fue modificado para adaptarlo al fluido del EHC. El sensor se instaló en el depósito de fluido del EHC y comenzó a registrar datos el 20 de abril de 2009. El periodo de prueba será de tres meses y el informe final se publicará a finales de 2009.

Sensor del fluido del control electrohidráulico FS-3 de Impact Technologies

Si tiene alguna pregunta relativa al proyecto de demostración, puede ponerse en contacto con Sharon Parker, +1 704.595.2164, sparker@epri.com.

Proyecto sobre el efecto de la materia orgánica/las aminas en el funcionamiento y la fiabilidad de las turbinas (1015677)

Del aumento tanto del coste de la generación eléctrica como de la demanda de energía hasta cotas críticas, se desprende la necesidad de optimizar la eficiencia de las turbinas. En la actualidad, el Programa 65 lleva a cabo un proyecto de investigación sobre la utilización de materia orgánica/aminas para mejorar el funcionamiento de las turbinas de vapor. En teoría, la introducción de materia orgánica/aminas en la vía de vapor de baja presión afecta a la nucleación que se produce en la zona de transición de la última fase.

Los aditivos empleados normalmente para el tratamiento del agua podrían reducir la erosión en los álabes rotatorios de la última fase, lo que mejoraría tanto el funcionamiento como la fiabilidad de la turbina. La materia orgánica y las aminas se añaden a los aditivos de tratamiento del agua para evitar la corrosión.

Los resultados del estudio se presentarán en la Conferencia Internacional sobre Química del Ciclo en Centrales de Ciclo Combinado y Combustible Fósil el 30 de junio de 2009 en Boston, Massachusetts.

Para 2010, se ha propuesto un proyecto experimental adicional que profundizará en los resultados de este estudio. Se espera que dichos resultados confirmen las mejoras de funcionamiento alcanzadas por el proyecto actual.

Para obtener información adicional acerca del proyecto, puede ponerse en contacto con Gary Golden, +1 865.218.8111, ggolden@epri.com.

Webcasts formativas sobre grupos turbo-generadores de vapor

El Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor ofrecerá una serie de *webcasts* sobre temas como la química del vapor, la gestión del ciclo de vida y el funcionamiento de las turbinas. La información preliminar ya ha sido remitida a los asesores. No obstante, si es miembro del programa y desea incorporarse a la lista de distribución, puede enviar un correo electrónico a Grant Lanthorn, glanthorn@epri.com, indicando el nombre de la *webcast* en la que le gustaría participar. La información necesaria para acceder se le enviará con al menos una semana de antelación. A continuación puede encontrarse una lista de las temáticas de las *webcasts* y sus fechas de emisión. Recuerde que antes de la publicación de este anuncio se emitieron varias *webcasts*. Puede acceder a ellas en www.epri.com/nsti/index Las grabaciones y las presentaciones en formato PowerPoint se publicarán en esta misma página web aproximadamente una semana después de la emisión de cada *webcast* y quedarán a disposición de nuestros miembros.

Vibración de torsión
Fecha: 19 de mayo de 2009, 1.30 p.m. GMT-5
Ponente(s): Jan Stein, Gestor de proyectos de EPRI y Hans Giesecke, de MPR Associates

Inducción de agua de turbinas 101
Fecha: 03.06.09, 1.30 p.m. GMT-5
Ponente(s): Merrill Quintrell, Gestor de proyectos sénior de EPRI

Tutorial sobre teoría y diseño de turbinas de vapor
Fecha: 30 de junio de 2009, 1.30 p.m. GMT-5
Ponente(s): Stephen Hesler, Gestor de proyectos sénior de EPRI

Gestión del ciclo de vida de las turbinas de vapor
Fecha: 6 de agosto de 2009, 1.30 p.m. GMT-5
Ponente(s): Tom Alley, Gestor de proyectos sénior de EPRI

Química de turbinas de vapor 101
Fecha: 25.08.09, 1.30 p.m. GMT-5
Ponente(s): Jim Mathews, Gestor de proyectos de EPRI

Rendimiento de turbinas de vapor 101
Fecha:20 de agosto de 2009, 1.30 p.m. GMT-5
Ponente(s): Gary Golden, Gestor de proyectos sénior de EPRI

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.

Traducciones disponibles para los miembros internacionales

¿Sabía que el Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI ofrece su publicación *Notas sobre grupos turbo-generadores de vapor* en varios idiomas? Este número está disponible en japonés (1019296), francés (1019297) y español (1019298) para una mayor comodidad de nuestros miembros internacionales. Las traducciones se publicarán aproximadamente 90 días después de que aparezca la versión en inglés del boletín *Notas sobre grupos turbo-generadores de vapor*, de modo que podrán descargarse a partir de octubre de 2009. El acceso a ellas será público y podrán descargarse en www.epri.com.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.

Limpieza química de las válvulas principales de cierre/admisión de una turbina

El objetivo de este proyecto consiste en validar un proceso de limpieza química para eliminar incrustaciones de óxido de hierro en una válvula principal de cierre/admisión de una central de combustible fósil.

Las centrales eléctricas suelen recurrir a la limpieza química para eliminar las incrustaciones de cobre de las secciones de alta y baja presión de sus turbinas. Estas actividades de limpieza química han obtenido resultados positivos en lo relativo a la recuperación de pérdidas de eficiencia.

Sin embargo, en las válvulas de las turbinas, las incrustaciones habituales son óxidos de hierro y magnetita. A medida que las incrustaciones se acumulan en los vástagos y los casquillos de las válvulas, se reduce el juego de diseño (normalmente un juego diametral de 381–635 µm [0,015–0,025 plg]), lo que provoca que el vástago se adhiera o una al casquillo. Dado que las válvulas de la turbina controlan la carga y la velocidad del grupo turbo-generador, su funcionamiento es crucial para la seguridad de su operación. De hecho, el cierre de las válvulas de cierre/admisión es una parte fundamental del sistema de protección contra sobrevelocidad.

Cuando las válvulas de la turbina se desmontan para su inspección, los óxidos de hierro deben eliminarse mediante una limpieza por chorro de partículas de óxido de aluminio. Al eliminar las inscrustaciones se recuperan las dimensiones originales de los vástagos y los casquillos de las válvulas. Además, la limpieza por chorro acondiciona la superficie del metal para la realización de exámenes no destructivos (como exámenes visuales, de partículas magnéticas y por ultrasonido).

Cuando la válvula se adhiere o se une al casquillo, es necesario eliminar las incrustaciones del vástago y el casquillo de alguna forma. Una de las ventajas de la limpieza química es que puede llevarse a cabo sin necesidad de desmontar la válvula.

La cascarilla de óxido dura y resistente que se forma en los vástagos de las válvulas de cierre de las turbina guarda cierta similitud con los óxidos generados por las altas temperaturas en las secciones del sobrecalentador y el recalentador de las calderas. Dichas secciones de las calderas son, con bastante probabilidad, la fuente del material que forma estas incrustaciones. Tradicionalmente, se han empleado métodos de limpieza química a partir de soluciones inhibidas de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA, por sus siglas en inglés) amoniacal, para eliminar las incrustaciones de óxido de hierro de las secciones del sobrecalentador y el recalentador de las calderas. Al parecer, las formulaciones de EDTA diamónico están resultando útiles para la eliminación de incrustaciones en los vástagos de las válvulas de las turbinas. Los ácidos inorgánicos (tales como el HCl, el H_2SO_4 y el ácido fluorhídrico [HF]) no son apropiados para la eliminación de incrustaciones debido a la sensibilidad del material a dichos compuestos inorgánicos (cloruros, azufre, flúor y otros halógenos o compuestos oxidantes).

Capa de óxido en el vástago de una válvula

Antes de efectuar la limpieza definitiva, es necesario realizar una limpieza de prueba de los componentes de las válvulas de cierre/admisión. Para ello, debe disponerse de un vástago de una válvula de cierre/admisión usado en el que probar la solución química. Las incrustaciones del componente de la válvula deben analizarse (incluyendo un análisis de difracción de rayos X) para conocer su composición química exacta y poder determinar las sustancias químicas más adecuadas para la solución de limpieza. Como es natural, deberá confeccionarse una lista sobre las limitaciones asociadas a las sustancias empleadas, incluidos cloruros, flúor, azufre, nitratos y nitruros.

Para la limpieza puede utilizarse una espuma o una inyección líquida con agitación ultrasónica, si procede, así como cualquier otra combinación de métodos. La prueba deberá confirmar la eficacia de las sustancias químicas empleadas, la duración de la propia limpieza y cualquier otro método utilizado que sea eficaz para eliminar las incrustaciones. Por último, los resultados de la prueba deberán analizarse y ajustarse para la prueba en la válvula de cierre/admisión real de la central.

En la actualidad EPRI busca una central de combustible fósil que desee donar un vástago usado de una válvula de cierre/admisión para que una empresa química lo utilice en la prueba de un proceso de limpieza química. Si está interesado en participar en este proyecto, puede ponerse en contacto con Sharon Parker, +1 704.595.2164, sparker@epri.com.

Gestión de riesgos con presupuestos limitados

Durante los últimos años, los miembros del P65 de EPRI han podido percibir como las limitaciones presupuestarias prevalecen sobre las cuestiones técnicas en las filosofías directivas. Como consecuencia de ello, el abandono sistemático de muchas cuestiones técnicas está dando como resultado un importante impacto económico que se suma al envejecimiento general de la flota de centrales eléctricas. En respuesta a este problema, EPRI ha elaborado una presentación en formato PowerPoint (informe 1018218 de EPRI) con el fin de educar y motivar a los órganos directivos para que vean más allá de los ciclos presupuestarios y valoren las cuestiones técnicas y sus implicaciones económicas y operativas de una forma más realista.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

Ya está disponible la guía de evaluación de la condición de los actuadores de válvulas en turbinas de vapor (1015674)

En 2008, se puso en marcha el Programa Grupos Turbo-Generadores de Vapor y Sistemas del Secundario de EPRI con el objetivo de elaborar una guía de mantenimiento para los actuadores de válvulas en turbinas de vapor. La guía culmina el informe previo de EPRI publicado en 2005, *Guidelines and Procedures for Turbine Valve Condition Assessments (Directrices y procedimientos para evaluaciones de la condición de válvulas de turbinas)* (1010211), que ofrece instrucciones detalladas para la inspección de componentes de válvulas, criterios de evaluación para el desmontaje y documentación sobre los juegos de válvulas adecuados para el remontaje.

El nuevo informe (1015674) publicado en diciembre de 2008 proporciona información sobre los siguientes actuadores de válvulas de turbinas de vapor:

- válvulas de cierre, de control, de cierre del recalentador y de aislamiento del control mecánico e hidráulico (MHC, por sus siglas en inglés) de General Electric (GE)
- válvulas de admisión, reguladoras, de aislamiento, de cierre del recalentador y de admisión del MHC de Siemens-Westinghouse (SW)
- válvulas de cierre, de control, de cierre del recalentador y de aislamiento del control electrohidráulico (EHC, por sus siglas en inglés) de GE
- válvulas de admisión, reguladoras, de aislamiento y de cierre del recalentador del EHC de SW

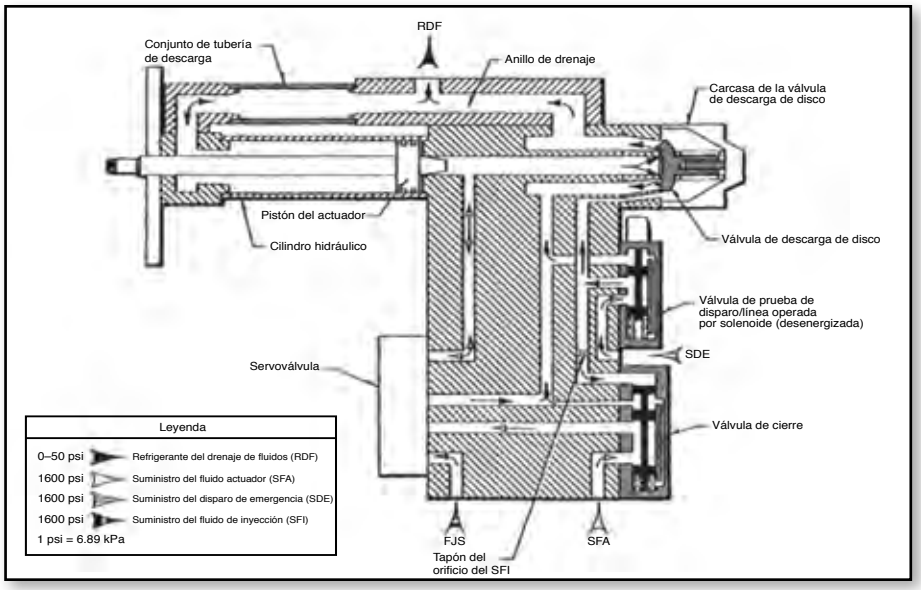
Se formó un grupo de asesoramiento técnico (GAT) integrado por representantes de las siguientes centrales de combustibles fósiles y nucleares:

- Bob Bjune, de South Texas Project
- Randy Bunt, de Southern Company
- Tony Khalid, de Exelon/Corporate
- Mark Miller, de Duke Energy/Catawba
- Jim Olson, de Tennessee Valley Authority/Corporate
- Charlie Seitz, de Exelon/Three Mile Island
- Michael Togliatti, de Exelon/Braidwood

Además, Spartan Hydraulic Inc. y United Servo Hydraulics, Inc. proporcionaron información de gran utilidad

La información de este informe se clasifica en los siguientes apartados.

- **Sección 1: introducción.**Esta sección describe los antecedentes, el enfoque, el análisis de las bases de datos del sector, la organización del informe, los acrónimos, las abreviaturas y las referencias.
- **Sección 2: descripción técnica.** Esta sección proporciona una descripción general de las funciones de los actuadores de válvulas de turbinas de vapor. Además, incluye descripciones de los sistemas de MHC y EHC de GE y SW para turbinas de vapor. En esta sección también se abordan las pruebas de operación normales en los actuadores de las válvulas y los métodos para identificar problemas en ellos e incluye una tabla con las frecuencias de inspección y remontaje recomendadas para cada tipo de actuador de válvula.
- **Sección 3: tareas de desmontaje, inspección y montaje de actuadores.** En esta sección se incluye un diagrama genérico del actuador de cada válvula de turbina de vapor para los sistemas de MHC y EHC o los muelles de torsión, según proceda. Además, se describen las tareas para desmontar el actuador y el muelle de torsión de la válvula de la turbina de vapor, inspeccionarlos, volver a montarlos y reinstalarlos. También se detallan procedimientos para inspeccionar y montar válvulas de descarga del disco de emergencia del EHC de sistemas GE y SW.
- **Sección 4: criterios de inspección de actuadores.** Esta sección ofrece criterios de evaluación de la condición de los actuadores de GE y SW descritos en la Sección 3. El Anexo A incluye una lista de comprobación y la(s) ficha(s) técnica(s) correspondiente(s) a cada componente principal.
- **Sección 5: consideraciones de mantenimiento.** Esta sección incluye una tabla con los problemas más comunes de los actuadores, sus posibles causas y las acciones correctoras que podrían adoptarse para identificar y solucionar problemas en válvulas de turbinas de vapor que presentan un funcionamiento anómalo. Además, incorpora una lista con los recambios recomendados para los actuadores de válvulas de turbinas de vapor del MHC y el EHC. También se incluye una lista de herramientas para inspeccionar y montar los actuadores de los sistemas de MHC y EHC. Por último, se proporciona una subsección con consideraciones de seguridad industrial y una especificación ordinaria con la que un proveedor podría inspeccionar y montar un actuador de los sistemas de MHC o EHC.
- **Anexo A: fichas técnicas.** Los formularios de este anexo tienen como objetivo ayudar en la inspección y documentación de las mediciones de los actuadores hidráulicos de turbinas de vapor, los grupos de muelles de torsión y las válvulas de descarga del disco contempladas en la Sección 3. El anexo incluye además formularios para documentar las mediciones más comunes realizadas sobre los componentes como parte de la inspección.
- **Anexo B: inspección de un actuador de muestra y especificación de remontaje.** Este anexo contiene una especificación de muestra para la inspección y el remontaje de un actuador hidráulico de una válvula de turbina de vapor por parte de un proveedor o contratista.



Actuador de regulación de un control electrohidráulico de GE

El informe 1015674, Steam Turbine Valve Actuator Condition Assessment Guide*(Guía de evaluación de la condición de los actuadores de válvulas en turbinas de vapor), se publicó el 31 de diciembre de 2008. Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Sharon Parker, +1 704.595.2164, sparker@epri.com.*

Incorporaciones a las directrices para reducir la duración y el coste de las revisones e inspecciones de mantenimiento de grupos turbo-generadores

El proyecto mejor valorado del Programa de I+D sobre Grupos Turbo-Generadores de Vapor, *Guidelines for Reducing the Time and Costs of Turbine-Generator Maintenance Overhauls and Inspections*(Directrices para reducir la duración y el coste de las revisiones e inspecciones de mantenimiento de grupos turbo-generadores), continuó desarrollándose durante 2008. Al igual que en años anteriores, en éste también se han añadido contenidos a la serie de siete volúmenes cuya elaboración comenzó hace más de ocho años.

El número de producto de EPRI para 2008 es 1015668 (se trata del número de la «serie»). Si solicita la serie completa a EPRI, recibirá un juego de cuatro CDs que contienen los siete volúmenes de la serie. Cada año se añade información nueva a los distintos bloques de la serie, que consta de un total de siete volúmenes.

En 2007 se incorporó una característica adicional al proyecto: todo el material nuevo añadido a la serie se recopila en un documento complementario. El número de este producto en 2008 fue 1018600. Con la creación de un documento que aglutina las novedades de cada año, se permite que aquellos que hayan contribuido a la financiación del programa de grupos turbo-generadores un solo año y no tengan derecho a acceder a los siete volúmenes, puedan recibir el documento anual.

La prestigiosa publicación periódica *Turbomachinery International* destacó la importancia de este documento de directrices en el artículo *Guidelines That Save Money* (directrices para la reducción de costes).

Ni que decir tiene que los miembros que financian el programa de grupos turbo-generadores de forma continua pueden seguir aprovechando toda la información contenida en la serie de siete volúmenes solicitando el producto número 1015668.

El contenido general de cada volumen es el siguiente.

- **CD 1**

  Volumen 1: prácticas generales

  – El primer volumen presenta las prácticas generales de cada una de las actividades fundamentales de mantenimiento que normalmente se asocian a una parada: evaluación de la condición del grupo turbo-generador (en servicio), planificación y licitación previas a la parada, procedimientos de parada de la unidad, desmontaje y documentación de descargos, información del proceso de exclusión de materiales extraños (FME, por sus siglas en inglés), evaluación de la condición del grupo turbo-generador (fuera de línea), lavado de aceite, alineación y equilibrado del rotor, comprobaciones previas al arranque y actividades posteriores a la parada. El volumen 1 también contiene, en forma de anexos, un modelo de informe de parada de un grupo turbo-generador, más de 150 ejemplos de fichas técnicas y un documento de directrices para el proceso o programa de FME para grupos turbo-generadores.

  Volumen 2: procedimientos de reparación

  – El segundo volumen contiene procedimientos de reparación detallados para regular la pre-licitación, la inspección, el desmontaje y la reparación de componentes críticos de las turbinas y los generadores. Algunos ejemplos de estos procedimientos son: compactación y fundición centrífuga de cojinetes; reparación del diafragma y la partición del pulverizador de toberas; reparación de la espiga del álabe; reparación del sello de hidrógeno; reparación de la carcasa de la junta horizontal; reparación de la tapa de la válvula de cierre del vapor principal; inspección y reparación del sello de hidrógeno del generador; inspección/mantenimiento del Alterrex; e inspección, pruebas y reacuñado de los estatores del generador.

  Volumen 3: especificaciones de equilibrado y alineación

  – El tercer volumen contiene manuales exhaustivos de alineación y equilibrado; procedimientos de equilibrado a alta y baja velocidad de turbinas, generadores y excitatrices; y una sección sobre buenas prácticas de alineación.

  Volumen 4: especificaciones para la adquisición de álabes y rotores

  – El cuarto volumen ofrece especificaciones detalladas para la adquisición de: paletas de turbina; rotores de alta presión/media presión/baja presión de centrales de combustible fósil; rotores de alta presión/baja presión de centrales nucleares; rebobinados del rotor del generador; un nuevo rotor del generador; un rebobinado del estator del generador; un nuevo estator del generador; un sistema de excitación del generador; aislamientos de la turbina; servicios completos de parada de turbina; empernados de la turbina; y servicios de limpieza por chorro abrasivo.

  Volumen 5: directorio y base de datos de turbinas

  – El quinto volumen contiene un directorio y una base de datos con información sobre turbinas grandes (>75 MWe) que operan con paletas de última fase de 58 centímetros (23 plg) de longitud o más. La lista engloba ya a unidades tanto estadounidenses como internacionales. La base de datos incluye a los fabricantes de turbinas originales y sus designaciones para equipos y estados de planta o unidad (a fecha de 2001). Con el fin de ofrecer a los usuarios ayuda adicional en la identificación de operadores que pudieran compartir características comunes con sus unidades, los datos se ordenan y presentan por longitud de paleta L-0 y por la designación de diseño del fabricante (en los casos en que sea posible la identificación). Se incluyen también aquellas plantas o grupos que se han parado o cancelado. Asimismo, se incluye una tabla de unidades norteamericanas e internacionales en las que se han efectuado sustituciones o modificaciones significativas de componentes.

- **CD 2**

  Volumen 6: especificaciones de diseño e inspección de álabes/discos de alta presión/media presión

  – El sexto volumen contiene procedimientos de auditoría e inspección de diseño de álabes/discos de alta presión/media presión en turbinas de vapor. Esta información ayuda al personal de mantenimiento de turbinas en la valoración de la erosión por partículas sólidas, fatiga de ciclo alto (HCF, por sus siglas en inglés), fatiga de bajo ciclo (LCF, por sus siglas en inglés) y daños por rotura por fluencia en los álabes de alta y media presión.

- **CD 3**

  Volumen 7: especificaciones de diseño e inspección de álabes/discos de baja presión

  – El séptimo volumen contiene los procedimientos de auditoría e inspección del diseño de álabes/discos de baja presión. Esta información ayuda al

continúa en la página 13

continúa desde la página 12

personal de mantenimiento de turbinas en la valoración del agrietamiento por corrosión bajo tensión y daños por HCF y LCF en los álabes de baja presión.

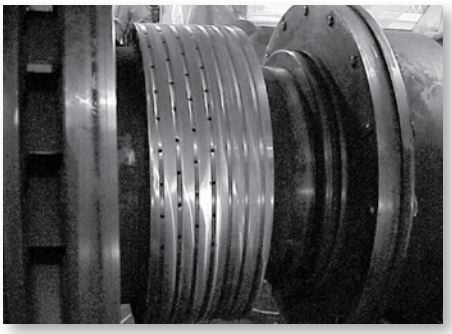
- **CD 4**

  programas informáticos y manuales de usuario de TGAlign y TGAlign-SI

  – El software TGAlign (disponible en versiones con unidades inglesas y unidades SI) es un potente programa informático que determina la alineación óptima de acoplamiento para sistemas de rotores de grupos turbo-generadores, reduciendo el tiempo de parada de los grupos turbo-generadores de vapor.

El grupo de asesoramiento técnico (GAT) a empresas eléctricas se reunió a principios de 2008 mediante una *webcast* y determinó los contenidos que se añadirían a los CDs de las directrices. En 2008 se han realizado las siguientes incorporaciones a la serie de siete volúmenes:

- Volumen 2:
  – Se ha añadido un procedimiento de limpieza de turbinas por chorro abrasivo bajo la nueva Sección 9.
  – En las Secciones 8.3 y 8.4 se ha añadido una descripción de buenas prácticas de mantenimiento para sellos de hidrógeno de General Electric (GE) y Westinghouse.
  – En la Sección 8.13 se ha añadido información sobre adquisición y almacenamiento de datos durante el mantenimiento de anillos colectores de generadores.
- Volumen 3:
  – Se han añadido buenas prácticas de alineación bajo la nueva Sección 3.12.
  – Se ha añadido un ejemplo de especificación de adquisición de servicios de limpieza por chorro abrasivo bajo la nueva Sección 14.



Acanaladura en forma de espira (helicoidal) en un anillo colector de una turbina

El GAT volvió a reunirse mediante *webcast* en febrero de 2009 para discutir otras posibles incorporaciones. La siguiente información se añadirá al CD de directrices en 2009 atendiendo a las limitaciones presupuestarias y a la disponibilidad de la información:

- Especificaciones de adquisición para sustitución, reparación y reacondicionamiento de pasatapas de alto voltaje de generadores
- Especificación para la adquisición de álabes de turbinas de bombas de alimentación de calderas/reactores
- Especificación para la adquisición de un grupo turbo-generador completo
- Análisis paramétrico de vibraciones del grupo turbo-generador durante la vida del cojinete

Para obtener información adicional sobre el documento Guidelines for Reducing the Time and Cost of Turbine-Generator Maintenance and Overhauls *(Directrices para reducir la duración y el coste de las revisiones e inspecciones de mantenimiento de grupos turbo-generadores) puede pornerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.*

Próximamente: Informe y software de registradores digitales de fallos

En 2009, los Programas 40 y 65 de EPRI desarrollaron programas informáticos que, al combinarse con las respuestas de perturbaciones registradas en una unidad de generación, pueden extraer de forma automática parámetros para modelos de equipos de centrales eléctricas y confirmar la validez de los mismos. El Software de Obtención de Parámetros de Centrales Eléctricas (PPPD, por sus siglas en inglés) incluye un conjunto de modelos IEEE para generadores, sistemas de excitación de generadores y turbinas de vapor y combustión.

La mayoría de las centrales eléctricas no disponen de mecanismos para registrar las respuestas de sus unidades con precisión (es decir, varias muestras por segundo), algo que constituye un requisito del software PPPD. Los registradores de fallos digitales (DFRs, por sus sigas en inglés) han dado buenos resultados en la realización de las siguientes tareas:

- investigación de sucesos importantes (por ejemplo, sucesos de torsión).
- Investigación de disparos de las unidades. Aquí se incluye la indagación de la causa inmediata, la determinación sobre si la unidad puede volver a acoplarse a la red con seguridad, el análisis de la causa raíz y la documentación del suceso.
- Mejora del mantenimiento predictivo. Si el dispositivo comienza a fallar, se monitorizan los parámetros seleccionados (por ejemplo, la corriente del bobinado inductor, la temperatura, la resistencia a tierra y la sonda de flujo).
- Verificación del funcionamiento del generador. Aquí se incluye el suministro de información a entidades legales y aseguradoras, así como al Consejo de Fiabilidad Eléctrica Norteamericano (NERC).

EPRI publicará una guía completa sobre el uso de DFRs para monitorizar tanto el entorno de respuesta de las centrales a perturbaciones de la red como los equipos de planta.

El informe incluirá directrices sobre los requisitos, la instalación, las interfaces, el mantenimiento y la calibración de los DFRs. Además, recopilará experiencias sobre monitorización de equipos de planta e interpretación de datos.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

Proyecto en marcha: proyecto sobre acciones mitigadoras durante sucesos significativos en grupos turbo-generadores (1017488)

¿Qué sucede cuando un desastre natural amenaza su central? ¿Podría un desastre de esta naturaleza inhabilitar su grupo turbo-generador durante meses? ¿Está su central preparada para emergencias? ¿Le quitan el sueño las incertidumbres sobre la idoneidad de su plan? ¿Qué proceso es el más adecuado si un huracán se acerca a la central? ¿Y si falla un dique y la inundación de la turbina es inminente? Como es lógico, se puede forzar una parada durante un terremoto, pero ¿cuándo debe interrumpirse el flujo de aceite de la turbina para minimizar el riesgo de un gran incendio en la central?

En un sector en permanente cambio en el que los proyectos de retroadaptación actualizan las centrales de forma constante para permitir que éstas prolonguen su vida útil original, se ha hecho necesario revisar los procesos y procedimientos de emergencia y mitigación de daños.

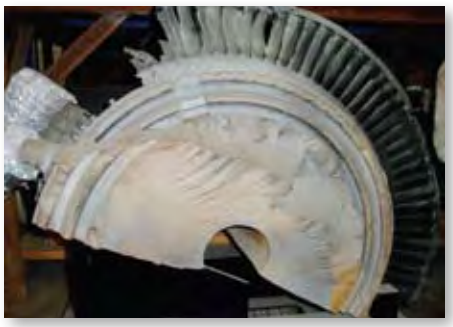
Casi con total seguridad, su programa de respuesta a emergencias incluye procedimientos de parada y la información de contacto de los principales responsables. Sin embargo, ¿incluye su programa un proceso de toma de decisiones para reducir los daños en los equipos sin desatender la seguridad? ¿Forma a sus operadores en métodos de parada para reducir los daños? ¿Disponen dichos operadores de acceso inmediato a los ingenieros de sistemas para que les asistan en la toma de decisiones?

En la actualidad, este proyecto analiza las experiencias de varias centrales eléctricas junto con los planes actuales utilizados por todo sector para limitar los daños en los grupos turbo-generadores durante sucesos importantes. Las dos áreas principales del informe resultante serán los desastres naturales (como huracanes, tornados e inundaciones) que puedan afectar a las instalaciones y los fallos en equipos principales (como la pérdida de álabes de la turbina o la pérdida de aceite de lubricación durante la operación). A partir de la revisión de la experiencia del sector en estas áreas, el informe final proporcionará directrices sobre las actuaciones que deben adoptarse en la fase previa a la planificación inmediatamente anterior al incidente (por ejemplo un desastre natural) e inmediatamente posterior a él (medidas de recuperación), así como sobre las posibles acciones a largo plazo que puedan ser necesarias para poner fin al suceso de parada.

Para obtener información adicional acerca del proyecto, puede ponerse en contacto con Gary Golden, +1 865.218.8111, ggolden@epri.com.

Incendio en una central debido a un fallo del grupo turbo-generador

Daños graves en un grupo turbo-generador como consecuencia de un fallo del rotor de turbina



Fallo en un rotor de turbina

¿Confundido con la jerga de los grupos turbo-generadores? La guía sobre definiciones y acrónimos de grupos turbo-generadores ya está disponible

En un gran número de centrales eléctricas el término *turbina* se utiliza en ocasiones para hacer referencia al *grupo turbo-generador,* incluso cuando esta pieza específica forma parte del generador.

En 2003, un mecánico perdió la vida al retirar la tapa de un agujero de hombre de un generador durante una prueba de pérdida de presión. Antes de retirar la tapa, el mecánico entró en la sala de control para informar al operador de que iba a retirar la tapa de la «turbina». El operador le dio el visto bueno, pensando que la tapa que el mecánico pretendía retirar era una de las situadas en la parte exterior de la turbina de baja presión. A pesar de que el operador sabía que el generador estaba presurizado, no cayó en la cuenta de que el mecánico pretendía retirar la tapa del propio generador.

Este tipo de accidentes ponen de manifiesto la necesidad de garantizar una comunicación unívoca en todo momento. Sin embargo, en ocasiones la comunicación se ve obstaculizada al existir varios términos para un mismo elemento o procedimiento, o cuando un mismo término puede utilizarse para designar distintos componentes.

Con el objetivo de mejorar la comunicación y esclarecer la terminología asociada con las turbinas y los generadores, el Programa 65 de EPRI ha desarrollado una guía sobre términos y acrónimos relacionados con los grupos turbo-generadores de vapor. La guía está disponible en la dirección http://www.epri.com/NSTI/index.html. El documento se actualizará periódicamente y tendrá un caracter orientativo, con lo que en ningún caso deberá considerarse la fuente última o definitiva. En caso que persistan sus dudas, le animamos a que consulte con el personal de seguridad de sus instalaciones.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.

Demostración del funcionamiento del NDE del acoplamiento del álabe de entrada axial

La tecnología de inspección por ultrasonido con secuencia de fases proporciona una detección, dimensionamiento y caracterización de defectos de excelente precisión para un gran número de aplicaciones de inspección de centrales eléctricas, incluidos los acoplamientos de los álabes al disco de turbinas de vapor. EPRI ya llevó a cabo con anterioridad una prueba de funcionamiento mediante inspección por ultrasonido con secuencia de fase lineal en los acoplamientos de los álabes al disco de una turbina de vapor de conexión de entrada tangencial (montada entre dos soportes) con el informe 1011677, *Phased Array Performance Demonstration for Blade Attachment Inspection* (Demostración de funcionamiento en secuencia de fase para inspecciones del acoplamiento de álabes). El documento describe las actividades de los participantes durante la prueba. A modo de continuación de dicho trabajo, EPRI está llevando a cabo una prueba de funcionamiento de inspección por ultrasonido con secuencia de fases en los acoplamientos de los álabes al disco de entrada axial. EPRI invitó a empresas comerciales de inspección que proporcionan este servicio a participar en el examen de dos maquetas de acoplamientos de álabes para entradas de tipo axial. En la actualidad WesDyne International y Structural Integrity Associates colaboran en la demostración.

Se han utilizado dos maquetas para la fase de recogida de datos de la demostración de funcionamiento, las cuales se han montado sobre rodillos motorizados para posibilitar el barrido de secuencia de fases. Los defectos de las maquetas incluyen incisiones provocadas de forma intencionada mediante electroerosión.

Los participantes recogieron datos de ambas maquetas y en la actualidad los analizan para proporcionar a EPRI la información resultante sobre la detección, el dimensionamiento y la caracterización de los fallos. Los datos recogidos se compararán con las dimensiones de los defectos producidos. Al término del proyecto, EPRI redactará un informe en el que se describirán las técnicas de inspección de cada participante y el resultado de las mismas sobre las maquetas.

Maqueta de disco de rotor de baja presión para demostraciones de funcionamiento de entrada axial

Para obtener información adicional, puede ponerse en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.

Nuevo servicio para miembros: contratación de consultores del sector a través del Programa 65/NSTI para ampliar conocimientos

Este año, el Programa 65 ha obtenido la ayuda de tres expertos que ayudarán a nuestros miembros a resolver dudas y problemas en relación con sus turbinas y generadores. Con esta nueva colaboración a cargo de los tres expertos, esperamos sumar un recurso de utilidad más para los miembros del programa. El doctor Lyle Branagan (de Pioneer Motor Bearing Co.) atenderá preguntas sobre cojinetes de grupos turbo-generadores, Ken Brown (de Eco Fluid Center Ltd.) asesorará a los miembros en materia de fluidos del control electrohidráulico y Don Osborne (de Mechtell, Inc.) se encargará de las cuestiones relacionadas con la alineación y la vibración de las turbinas. Si tiene cualquier duda sobre alguno de estos temas, diríjase primero a alguno de los miembros asignados al Programa 65/NSTI de EPRI. En caso de que éstos no dispongan de los conocimientos necesarios para atender su consulta con rapidez, estarán encantados de ponerle en contacto con uno de los expertos.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Alan Grunsky, +1 704.595.2056, agrunsky@epri.com.

El Programa 65 busca experiencias sobre fallos de turbinas dentro del sector

Este mismo año, el Programa 65 ha comenzado a documentar fallos en generadores y turbinas del sector. El resultado final será un informe técnico que incluirá información sobre cada fallo, las acciones adoptadas, el análisis de las causas raíz, la información de contacto y cualquier otro tipo de dato que pueda hacerse público.

EPRI solicita la participación del sector para ampliar la información disponible sobre estos fallos. Si su central ha experimentado algún fallo en sus grupos turbo-generadores que pueda ser de interés para los miembros de EPRI, no dude en ponerse en contacto con Grant Lanthorn, Becario del Programa 65, +1 704.595.2125, glanthorn@epri.com.

XI Taller de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y exposición de proveedores

El XI Taller de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y su exposición de proveedores se celebrarán el 10 y 11 de agosto de 2009 en el Hotel Hilton Milwaukee City Center de Milwaukee, Wisconsin. El taller incluirá presentaciones sobre temas relacionados con la operación, el mantenimiento, las mejoras, las reparaciones, el funcionamiento y la evaluación de la vida útil restante de los grupos turbo-generadores de vapor a cargo de numerosos representantes de empresas eléctricas, proveedores, fabricantes de equipos originales, consultoras y personal de EPRI . El taller se organizará en tres itinerarios de presentaciones sobre los temas siguientes:

Itinerario 1: Congreso Internacional sobre Mantenimiento Predictivo y Reacondicionamiento de Generadores Eléctricos

- Diagnóstico prematuro de fallos y decisiones de reacondicionamiento o sustitución
- Monitorización en línea e interpretación de datos
- Investigación de causas raíz de fallos
- Vibraciones en el rotor, el núcleo del estator y los bobinados del estator
- Mitigación de daños provocados por el agua
- Verificación de la carga de base de la armadura del generador
- Experiencias con módulos rectificadores refrigerados por aire
- Experiencias con vibraciones en rotores provocadas por las escobillas de derivación a tierra
- Experiencias con el etiquetado de compuestos
- Proceso de toma de decisiones para el reacuñado de bobinados del estator
- Mantenimiento de barras de fase aislada
- Mantenimiento y sustitución de sistemas de excitación
- Experiencias con la operación y el mantenimiento de generadores grandes refrigerados por aire

Itinerarios 2 y 3: generadores y turbinas de vapor

- Reparación y mantenimiento de rotores de turbinas de vapor
- Evaluaciones no destructivas
- Evaluación de la vida útil
- Gestión del ciclo de vida
- Gestión de riesgos
- Monitorización en línea
- Evaluación de la condición
- Aumentos de potencia y mejoras
- Nuevas construcciones
- Funcionamiento
- Turbinas de bombas de alimentación de reactores/calderas
- Análisis de causa raíz

Tras el taller se celebrará una reunión del TGUG de EPRI, que se prolongará desde el miércoles 12 hasta el viernes 14 de agosto de 2009. La reunión del TGUG incluirá una visita de las instalaciones de ReGenCo, situadas en las proximidades de West Allis, Wisconsin, en la tarde del jueves 13 de agosto.

Para obtener más información sobre el XI Taller de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y su exposición de proveedores, consulte el calendario de eventos de EPRI o póngase en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.

Lanzamiento del software sobre criterios de inspección para informes sobre generadores en 2009

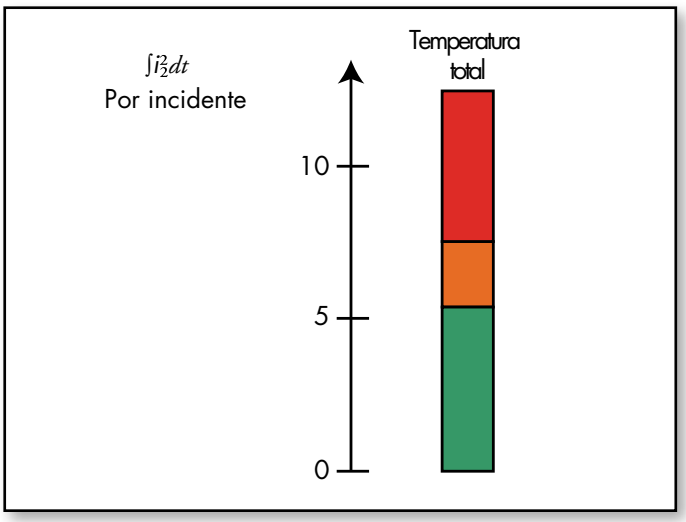
El calentamiento del rotor como resultado de secuencias negativas se produce por los siguientes motivos:

- Operación asíncrona del rotor, como por ejemplo el funcionamiento a motor
- Desequilibrio de fases en el bobinado del estator como consecuencia de fallos o cargas asimétricas
- Corrientes armónicas en la red introducidas, por ejemplo, por convertidores de frecuencia estáticos

El objetivo de este proyecto de varios años es definir el nivel de corriente de secuencia negativa necesario para la inspección del rotor para detectar daños en el forjado, los anillos de retención y las cuñas del rotor. Los informes 1014910 y 1015671 de EPRI (publicados en 2007 y 2009 respectivamente) proporcionan modelos para calcular la temperatura de los engranajes y las cuñas durante fallos de secuencia negativa; el calentamiento de los engranajes; la superficie polar y el ajuste por contracción del anillo de retención; y los efectos del calentamiento durante el funcionamiento a motor del rotor.

Durante el cuarto trimestre de 2009 se distribuirá un programa informático intuitivo y fácil de utilizar.

Para obtener más información, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

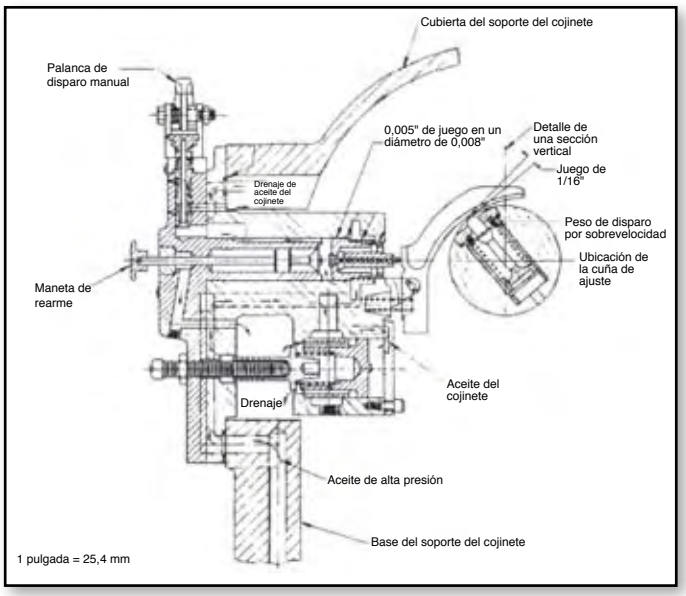


Cálculo informático que muestra la cantidad de secuencia negativa y las estimaciones de temperatura correspondientes mediante código de colores.

Guías de mantenimiento del sistema auxiliar de grupos turbo-generadores, volumen 5 Guía del sistema de disparo de la turbina principal y la bomba de alimentación (1017486)

A finales de 2009 está prevista la publicación de *Turbine-Generator Auxiliary System Maintenance Guides, Vol. 5: Main and Feedpump Turbine Trip System Guide* (Guías de mantenimiento del sistema auxiliar del grupo turbo-generador, volumen 5: guía del sistema de disparo de la turbina principal y de la bomba de alimentación) (informe 1017486 de EPRI). La guía proporcionará información detallada sobre la operación de los sistemas de disparo de la turbina principal y de la bomba de alimentación. En el contenido se incluirán diagramas y descripciones precisas de las diferentes características de disparo del sistema de control de turbinas. Además, es posible que se incluyan también recomendaciones para la inspección, las pruebas y el mantenimiento de cada característica de disparo.

En 2009 se publicó el informe 1015666 de EPRI, *Steam Turbine Mechanical Hydraulic Control (MHC) System* (Sistemas de control mecánico e hidráulico de turbinas de vapor). En el informe se describe la operación básica, las tareas de inspección, la configuración, la identificación y resolución de problemas y mantenimiento de los sistemas de control mecánico e hidráulico (MHC, por sus siglas en inglés) de las turbinas de combustible fósil y nuclear de General Electric (GE) y Siemens-Westinghouse (SW). El próximo informe (1017486) abordará el sistema de disparo del MHC y el control electrohidráulico (EHC, por sus siglas en inglés) de turbinas principales y turbinas de bombas de alimentación de unidades estadounidenses de GE y SW.



Disparo por pérdida de aceite, por sobrevelocidad y manual de Westinghouse

El sistema de disparo de turbinas se compone de funciones de disparo que protegen la turbina principal frente a daños provocados por velocidad, presión, daños mecánicos y condiciones externas de la turbina (incluidas las condiciones externas del generador y la caldera/reactor) cuando ésta se encuentra en funcionamiento. Se incluirá una sección independiente para los sistemas de disparo de las bombas de alimentación, además de una descripción general de los sistemas de protección de turbinas. A continuación se presenta un resumen de los contenidos de la guía:

- Sección 1: introducción; antecedentes, enfoque y organización
- Sección 2: sistema de disparo Mk-I del EHC de turbinas de vapor grandes de GE
- Sección 3: sistema de disparo Mk-II del EHC de turbinas de vapor grandes de GE
- Sección 4: sistema de disparo UT70 para turbinas de control mecánico de GE
- Sección 5: sistema de disparo MDT20 para turbinas de control mecánico de GE
- Sección 6: sistema de disparo Mk-V de GE
- Sección 7: sistema de disparo Mk-VI de GE
- Sección 8: sistema de disparo electrohidráulico analógico para turbinas de vapor grandes de Westinghouse
- Sección 9: sistema de disparo electrohidráulico digital (DEH, por sus siglas en inglés) para turbinas de vapor grandes de Westinghouse
- Sección 10: sistema de disparo de turbinas de bombas de alimentación de Westinghouse

Las secciones 2 a 10 incluyen descripciones técnicas, pruebas operacionales, tareas de inspección y prueba, prácticas de mantenimiento, directrices para la identificación y resolución de problemas, un glosario y referencias de cada sistema específico.

El objetivo del informe es ayudar al personal técnico encargado de los grupos turbo-generadores a entender, probar y mantener los sistemas de disparo de las turbinas principales y las turbinas de las bombas de alimentación e identificar y solucionar problemas en los mismos. La redacción de la guía comenzó en abril de 2009 y se prevé que esté lista antes del 31 de diciembre de 2009.

Si está interesado en participar en el grupo de asesoramiento técnico de la guía, puede ponerse en contacto con Sharon Parker, +1 704.595.2164, sparker@epri.com.

Guía de instalación y mantenimiento de pasatapas de generadores (1016787)

Es indispensable realizar una instalación adecuada de los pasatapas de alto voltaje del generador para garantizar una operación segura de las unidades. Para evitar escapes de hidrógeno presurizado del generador, la conexión empernada entre la caja principal y la brida del pasatapas debe ser estanca al gas. El informe 1016787 de EPRI se centra en los siguientes aspectos de los pasatapas de alto voltaje del generador:

- Preparación de las instalaciones antes de la extracción y la instalación
- Selección de empaquetaduras y empernados
- Geometrías de las conexiones entre brida y porcelana
- Cálculo del par
- Pruebas
- Historial y modos de fallo
- Intervalos de inspección

Para obtener más información sobre este proyecto, puede ponerse en contacto con Jan Stein, +1 650.855.2390, jstein@epri.com.

Guía para la inspección de álabes de turbinas de baja presión

Los fallos de los álabes de las turbinas de baja presión en servicio pueden provocar daños significativos en las unidades, pudiendo incluso desencadenar fallos catastróficos para las centrales. La vida útil de los álabes de las turbinas de baja presión se ve condicionada por numerosos condicionantes operativos. Una inspección minuciosa y oportuna de los álabes de las turbinas de baja presión puede limitar las consecuencias de los fallos catastróficos. El informe 1016789 de EPRI, *Guide for Inspection of LP Turbine Blades* (Guía para la inspección de álabes de turbinas de baja presión) proporcionará información útil para la inspección de álabes de turbinas de baja presión utilizando las más modernas técnicas de inspección, entre las que destacan la inspección visual, mediante partículas magnéticas, mediante corriente de Foucault, por líquido penetrante y por ultrasonido. La inspección de álabes de turbinas de baja presión comprende el perfil aerodinámico, el encastre del álabe, los alambres de conexión, las orejetas de amarre y las espigas, según proceda. Además, la guía describe el proceso de modelación para el desarrollo de técnicas de inspección por ultrasonido y proporciona una descripción general de los mecanismos y modos de fallo.

Para obtener información adicional, puede ponerse en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.

Nota resumen: V Taller Bienal de Transferencia de Tecnología de EPRI

En los días 11 y 12 de agosto de 2008 se celebró el V Taller de Transferencia de Tecnología de EPRI en el centro de convenciones del Hotel Embassy Suites de Concord, Carolina del Norte. El acto incluyó una feria de proveedores en la que participaron 41 proveedores y fabricantes de equipos originales.

El evento contó con aproximadamente 250 participantes registrados. El Taller de Transferencia de Tecnología se compuso de tres itinerarios paralelos en los que se abordaron diversos temas a lo largo del día.

El itinerario 1 incluyó los siguientes cursos sobre turbinas 101:

- Diseño de turbinas
- Funcionamiento de turbinas
- Química de turbinas
- Gestión del ciclo de vida y evaluación de la vida útil restante de las turbinas
- Inducción de agua de turbinas

El itinerario 2 contó con dos sesiones; el Congreso sobre Mantenimiento Predictivo y el Congreso sobre Pruebas de Sobretensión. El itinerario 3 abordó los siguientes temas relacionados con la transferencia de tecnología:

- Guía sobre sistemas de hidrógeno de generadores (series auxiliares n.º 3)
- Descripción general de los programas FAST y HEW-CA
- Descripción general de las directrices
- Inspección y reparación de grietas en las carcasas de las turbinas
- Guía de empernado de turbinas
- Análisis de causas raíz en álabes de turbinas
- Monitorización en línea de vibraciones en álabes de turbinas
- Descripción general de la base de mantenimiento preventivo
- Descripción general de las mejoras en el manual de la vía de vapor

La valoración de los participantes sobre el contenido de ambos talleres y las instalaciones del hotel fue muy positiva. Tras el Taller de Transferencia de Tecnología de EPRI se celebró la reunión del Grupo de Usuarios de Turbo-Generadores (TGUG), que se prolongó hasta el viernes. El VI Taller de Transferencia de Tecnología de EPRI se celebrará en San Luis, Misuri, en agosto de 2010.

Para obtener información adicional, puede ponerse en contacto con Paul Zayicek, +1 704.595.2154, pzayicek@epri.com.

Actualización del Grupo de Usuarios de Grupos Turbo-Generadores

Reunión de agosto de 2008 en los EE.UU.

La XVIII reunión del Grupo de Usuarios de Grupos Turbo-Generadores (TGUG) de EPRI tuvo lugar del miércoles 13 al viernes 15 de agosto de 2008 en el centro de convenciones del Hotel Embassy Suites de Concord, Carolina del Norte. Conjuntamente con la reunión, se celebró el V Taller de Transferencia de Tecnología sobre Grupos Turbo-Generadores y su exposición de proveedores en los días lunes 11 y martes 12 de agosto en la misma sede. La exposición de proveedores tuvo lugar en las tardes del lunes y martes. Más de 250 asistentes registrados y 41 proveedores participaron en el taller y la exposición.

En esta edición de la reunión del TGUG, tres nuevas empresas miembro se unieron al grupo: el Grupo de Propietarios de Reactores CANDU, Genesis Power y NRG Energy.

En la tarde del jueves, el grupo se desplazó en autobús hasta las instalaciones de la empresa Pioneer Motor Bearing Company en Kings Mountain, Carolina del Norte, para visitarlas. Aproximadamente 80 miembros de TGUG participaron en la visita. El personal de Pioneer se encargó de realizar la visita completa a sus instalaciones, durante la cual los asistentes se repartieron en tres grupos. Los comentarios de los miembros del TGUG sobre la calidad, la organización y el valor formativo de la visita de Pioneer fueron excelentes.

Reunión de enero de 2009 en los EE.UU.

La XIX reunión del Grupo de Usuarios de Grupos Turbo-Generadores (TGUG) de EPRI tuvo lugar del miércoles 21 al viernes 23 de enero de 2009 en el Hotel Regency de Savannah, Georgia. El Taller de invierno del TGUG de 2009 se celebró conjuntamente con la reunión el lunes 19 y martes 20 de enero en el mismo lugar.

En esta edición participaron por primera vez cuatro nuevas empresas miembro: Korea Hydro and Nuclear Power (KHNP), Dominion Chesterfield Station, Wolf Creek Nuclear Operating Company y Tractebel (Brasil).

Dado que la finalización de los mandatos de los responsables del TGUG coincidió con la reunión, el grupo nombró a los siguientes individuos para el ejercicio de sus nuevas funciones durante el periodo 2009–2011:

- Tom Kordick (Ameren), Presidente
- James Wieters (SCANA), Vicepresidente
- David Glosecki (Dynegy Generation), Secretario

En la tarde del jueves, el grupo visitó los talleres locales de Continental Field Systems (CFS) de la mano de Jeremy Blankston de CFS. Los asistentes tuvieron la oportunidad de conocer y evaluar otro concepto de taller y/o servicios de campo que podrían ser de gran utilidad durante futuras paradas de grupos turbo-generadores.

Participación de estudiantes

Como viene siendo costumbre, el Programa de Grupos Turbo-Generadores de Vapor mantiene contactos con las universidades locales de las ciudades en la que se celebran sus reuniones y, en colaboración con el personal del Departamento de Ingeniería de la escuela, invita a los estudiantes de ingeniería de las distintas universidades a asistir a los talleres y reuniones del TGUG. Gracias a esta práctica, seis alumnos de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica de la University of North Carolina de Charlotte (UNCC) tuvieron ocasión de asistir al XVIII Taller y reunión del TGUG. Por su parte, cuatro alumnos de ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica del Georgia Institute of Technology (Campus de Savannah) asistieron al XIX Taller y reunión del TGUG.

Reuniones adicionales del TGUG durante 2009 y 2010

Durante 2009 y 2010 se celebraron o se han planificado varias reuniones más del TGUG.

La primera reunión europea del TGUG se celebró en el Hotel Intercontinental de Madrid, España, en la semana del 22 de junio de 2009 y contó con la participación de más 130 asistentes. Con ocasión del taller se celebró también una exposición de proveedores en las tardes del lunes 22 y martes 23, en la que participaron siete proveedores y fabricantes de equipos originales. Las sesiones del taller sobre turbinas y generadores se centraron en la evaluación de la condición, reparación y sustitución de grupos turbo-generadores.

La XX reunión del TGUG de EPRI tendrá lugar del miércoles 12 al viernes 14 de agosto de 2009 en el Hotel Hilton Milwaukee City Center de Milwaukee, Wisconsin. Conjuntamente con la reunión, el lunes 10 y martes 11 de agosto en el mismo lugar, se celebrará el XI Taller de Grupos Turbo-Generadores de Vapor de EPRI y su exposición de proveedores. Consulte la página 19 para obtener información adicional sobre el taller. El jueves de esta misma semana, el TGUG tendrá la oportunidad de visitar las instalaciones locales de Toshiba/ReGenCo.

La XXI reunión del TGUG de EPRI tendrá lugar del miércoles 20 al viernes 22 de enero de 2009 en el hotel Williamsburg Lodge de Williamsburg, Virginia. Una vez más, se aprovechará la ocasión para celebrar la reunión del Taller de invierno del TGUG en el mismo lugar durante el lunes 18 y martes 19 de enero. El martes de esa misma semana el TGUG visitará las instalaciones de reparación de Alstom situadas en las proximidades de Richmond, Virginia.

El TGUG se desplazará hasta Australia por tercera vez en marzo/abril de 2010 para celebrar una reunión y un taller del TGUG en Noosa, coincidiendo con el Programa sobre Vida Útil y Disponibilidad de las Calderas de EPRI. Una vez fijadas las fechas definitivas de la reunión y del taller se publicarán todos los detalles en www.epri.com/TGUG y www.epri.com/nsti.

Para obtener más información sobre estas reuniones, puede consultar el calendario de eventos de EPRI, que se irá actualizando a medida que se disponga de más información. También puede ponerse en contacto con cualquier miembro del personal del Programa de Turbo-Generadores de EPRI para solicitar más detalles sobre los talleres y las reuniones.

El Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI, www.epri.com) investiga y realiza avances en materia de generación, suministro y utilización de energía eléctrica en beneficio de la comunidad. EPRI, una organización independiente y sin ánimo de lucro, cuenta con sus propios científicos e ingenieros y reúne también a expertos del ámbito académico e industrial con el fin de abordar los problemas del ámbito de la energía eléctrica, incluyendo también aspectos relacionados con la fiabilidad, la eficacia, la salud, la seguridad y el medioambiente. EPRI ofrece también análisis tecnológicos y económicos, así como reflexiones sobre las distintas políticas, con el fin de ofrecer planificaciones para la investigación y el desarrollo a largo plazo, al tiempo que apoya la investigación en nuevas tecnologías. Los miembros de EPRI representan más del 90% de la electricidad generada y suministrada en los Estados Unidos, y su participación internacional alcanza a 40 países. Las principales oficinas y laboratorios de EPRI se encuentran en Palo Alto, California; Charlotte, Carolina del Norte; Knoxville, Tennessee; y Lenox, Massachusetts.

Together...Shaping the Future of Electricity

1019298 Julio de 2009

Electric Power Research Institute
3420 Hillview Avenue, Palo Alto, California 94304 • PO Box 10412, Palo Alto, California 94303 EE.UU.
800.313.3774 • 650.855.2121 • askepri@epri.com • www.epri.com

© 2009 Electric Power Research Institute (EPRI), Inc. Todos los derechos reservados. Electric Power Research Institute, EPRI, y TOGETHER...SHAPING THE FUTURE OF ELECTRICITY son marcas de servicio registradas de Electric Power Research Institute.