

J. GUERRA

SISTEMA DE INSPECCIÓN DE BARRAS DE CONTROL

Las barras de control de las centrales nucleares PWR tienen como misión el control de potencia del reactor. El estado de estos elementos es importante para la seguridad y correcta operación de la planta.

La inspección de las barras de control se realiza utilizando el método de Corrientes Inducidas.

Para llevar a cabo la inspección, las barras de control son insertadas en un dispositivo mecánico que se instala en el fondo de la piscina de combustible o en el elevador de combustible nuevo. Para esta operación se utiliza la herramienta de manipulación de combustible de la planta.

La información obtenida es procesada en paralelo con la adquisición de datos permitiendo inspeccionar más de 24 barras de control por día.

El sistema actual es capaz de inspeccionar simultáneamente con bobinas circulares y rotatorias de forma que es posible medir de forma simultánea tanto la pérdida de sección de las varillas como la pérdida de espesor local.

INTRODUCCIÓN

Las barras de control de las centrales PWR están constituidas por un conjunto de varillas de veneno neutrónico, que se alojan en los tubos guía de los elementos combustibles. La estructura que agrupa las varillas de veneno neutrónico constituyendo la barra de control se denomina "araña".

Las barras de control son muy importantes desde el punto de vista de operación y seguridad de la planta ya que se utilizan para el control de potencia del reactor, originando cambios rápidos de reactividad cuando son necesarios y asegurando una parada del reactor con margen suficiente en caso de una evolución anormal de los parámetros del mismo.

La actuación de las barras de control se basa en que al introducir un veneno dentro del flujo neutrónico, se eliminan neutrones de la cadena de reacción, causando por lo tanto un descenso de potencia y viceversa, si se quitan venenos aumenta el flujo neutrónico y por tanto la potencia. Las varillas de veneno están formadas por una aleación de plata-indio-cadmio, envainadas en un tubo de acero inoxidable que termina en su extremo en un tapón de acero inoxidable soldado.

Las varillas de las barras de control sufren degradaciones debidas a la operación de la planta que se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Desgaste por el deslizamiento de las varillas en contacto con las placas guías durante el movimiento vertical de las barras de control.

- Desgaste producido por el rozamiento entre las varillas y las placas guías o la guía continua, como consecuencia del movimiento pendular debido a las vibraciones inducidas por el fluido. Este desgaste es más severo cuando la barra permanece en una posición fija durante un largo período de tiempo.

- Grietas como resultado de corrosión bajo tensión, debido a la alta radiación, en el extremo inferior de las varillas.

- Deformaciones por hinchamiento del absorbente por irradiación (swelling).

SISTEMA DE INSPECCIÓN

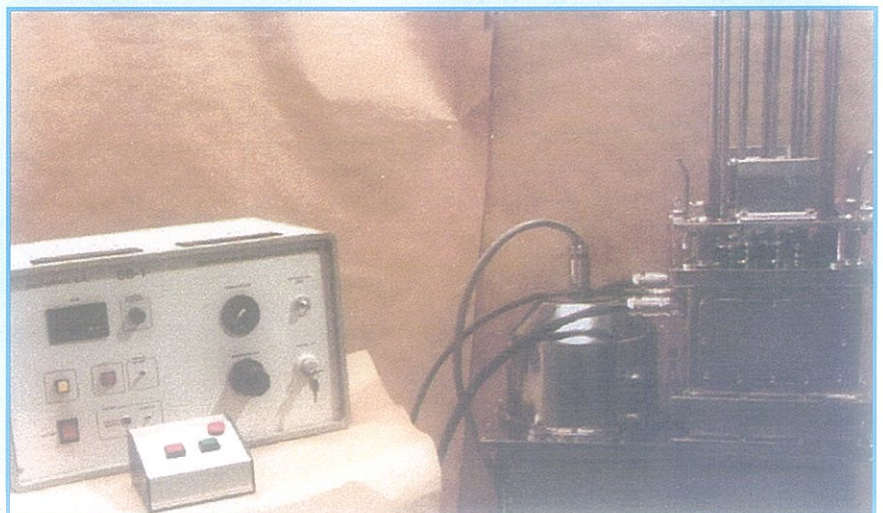
DESCRIPCIÓN GENERAL

La inspección se realiza utilizando la técnica de corrientes inducidas. El sistema de inspección de barras de control se compone de tres partes principales:

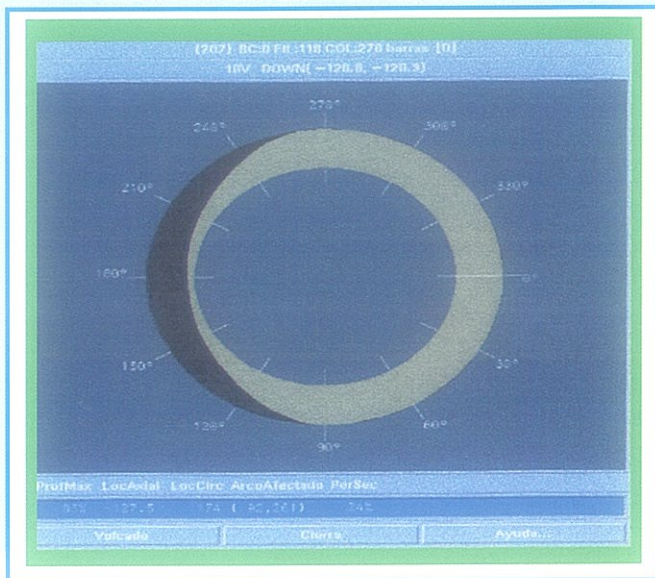
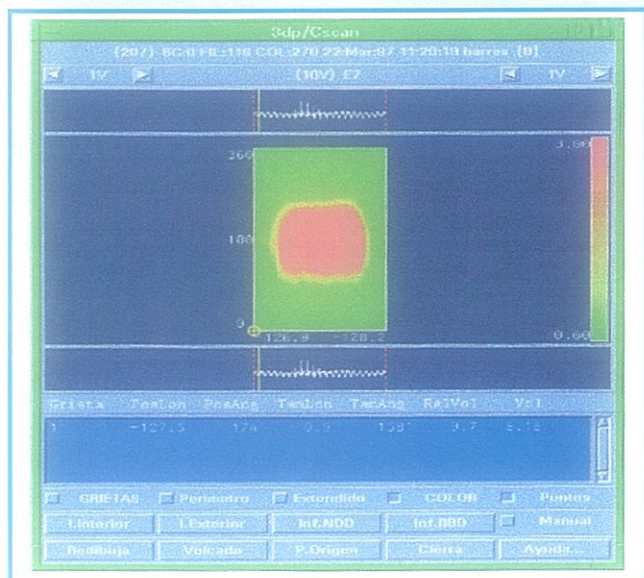
- Equipo mecánico
- Sistema de adquisición de datos
- Sistema de análisis de datos

El equipo mecánico se instala en el fondo de la

Equipo mecánico y controlador



Ejemplos de desgaste mecánico tipo "C"



piscina de combustible, encajado en dos racks libres. Con la herramienta de manejo de barras se inserta la barra de control que se quiere inspeccionar, realizándose la toma de datos de seis varillas por pasada, requiriéndose por tanto 4 pasadas para conseguir la inspección completa de una barra de control.

El equipo dispone de seis bobinas circulares y de seis rotatorias. Todas las varillas se inspeccionan con ambas técnicas.

La evaluación de datos se realiza en paralelo con la adquisición y con un equipo diferente. El sistema de inspección utilizado no requiere la realización de retest con técnicas alternativas, siendo grabados todos los datos necesarios en la primera adquisición.

PRINCIPIO DE MEDIDA

La técnica de corrientes inducidas utilizada se adapta especialmente bien a esta aplicación por su rapidez, repetibilidad, precisión y sensibilidad.

La bobina circular se utiliza para la detección de desgastes mecánicos. También permite la evaluación de la sección de material perdido por rozamiento y la medida del diámetro medio en el extremo inferior de las varillas (zona de swelling).

La detección y dimensionamiento de fisuras se realiza mediante la sonda rotatoria, que mejora notablemente el nivel de detección y precisión de medida de la bobina circular.

La sonda rotatoria utiliza el efecto lift-off para medir el material perdido en cada sección de varilla. Todas las sondas giran simultáneamente de forma sincronizada por lo que un sólo codificador de rotación es suficiente.

La velocidad axial de exploración viene dada por la herramienta de manejo de combustible. La posición axial y longitud de los defectos se determina en base a un codificador axial que proporciona esta información.

EQUIPO MECÁNICO

El equipo mecánico consta de un motor, que hace girar al conjunto de sondas rotatorias y de un dispositivo que reproduce la parte superior de un elemento de combustible, con los orificios por los que se insertan las varillas de la barra de control, en los que se encuentran situadas las sondas de inspección.

El motor hace girar las sondas rotatorias mediante un sistema mecánico de transmisión. Todas las sondas giran de forma sincronizada, por lo que un sólo codificador permite establecer la posición circunferencial de cada sonda.

Todo el conjunto es hermético y presurizado con nitrógeno, de forma que, en caso de producirse una fuga, no se inunde el interior del equipo.

Tanto las sondas como el sistema mecánico están diseñados para resistir hasta 4 campañas sin mantenimiento, no obstante, en caso de que se requiera reemplazar una sonda, u otro componente, las operaciones de sustitución se pueden completar en menos de 2 horas.

EQUIPO DE CORRIENTES INDUCIDAS

Se utiliza el equipo TC6700 de R/D Tech como sistema de toma de datos, con un software de adquisición desarrollado por Tecnatom específicamente para esta tarea.

Cada sonda es alimentada con dos frecuencias diferentes y los datos almacenados en discos ópticos para su posterior tratamiento. También se guarda en el mismo medio la información de los codificadores axiales y circunferenciales.

El ordenador de toma de datos es una estación de trabajo HP 700 corriendo HP-UX.

SOFTWARE DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de datos se ha adaptado el software ENEAS, desarrollado por Tecnatom para

la evaluación de tubos de generadores de vapor. Este software permite la presentación de datos específica requerida en las inspecciones de barras de control. En las figuras se pueden ver varias pantallas de este programa.

Los datos evaluados son enviados a una base de datos que se encarga de hacer el seguimiento histórico así como los informes preliminares y finales.

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

La inspección se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1 Introducción y pruebas de equipos:

El sistema de adquisición de datos, así como la herramienta de inspección y bloque de calibración se introducen en el edificio de combustible por la puerta de equipos.

Se monta el sistema de adquisición en el lugar destinado a tal fin, y la herramienta de inspección sobre su soporte de mantenimiento.

Se conectan todos los equipos y se comprueba que funcionan correctamente y que los datos de CC II son aceptables.

2 Colocación de la herramienta de inspección:

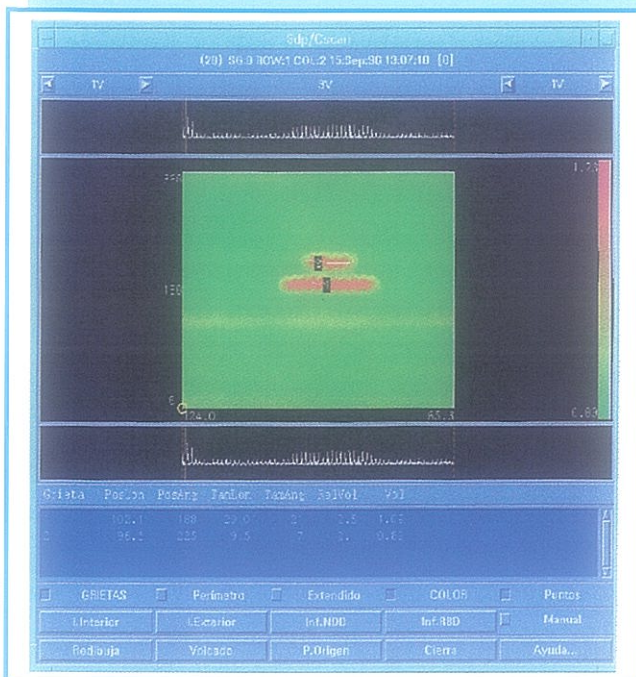
Una vez finalizadas las pruebas, la herramienta de inspección podrá colocarse sobre el rack de almacenamiento de combustible o en el elevador de combustible nuevo. Para esta operación se utiliza el puente grúa del edificio de combustible.

La herramienta deberá colocarse con el bloque de calibración colocado sobre la misma y en la posición de 0°.

3 Inspección de las barras:

La inspección se realiza utilizando la herramienta de manipulación de barras. Con cada barra a inspeccionar se procede de la siguiente forma: Se introduce y extrae la barra de control en la

Ejemplo de indicaciones de grietas



herramienta de inspección en la posición 0°. Se inspecciona con sonda circular y rotatoria, tanto durante la inserción como durante la extracción. Se repite la operación insertando la barra de control en las posiciones 90°, 180° y 270°.

En cada giro se inspeccionan 6 varillas.

4 Extracción de la herramienta de inspección:

La herramienta de inspección se extrae mediante el puente grúa del edificio de combustible.

La herramienta de inspección se descontamina hasta los niveles requeridos para su transporte

EXPERIENCIA

El sistema de inspección fue cualificado en Almaraz en enero de 1997 y posteriormente ha sido utilizado en varias inspecciones en servicio con resultados altamente satisfactorios tanto por los resultados obtenidos como por el desarrollo de los trabajos.

CONCLUSIONES

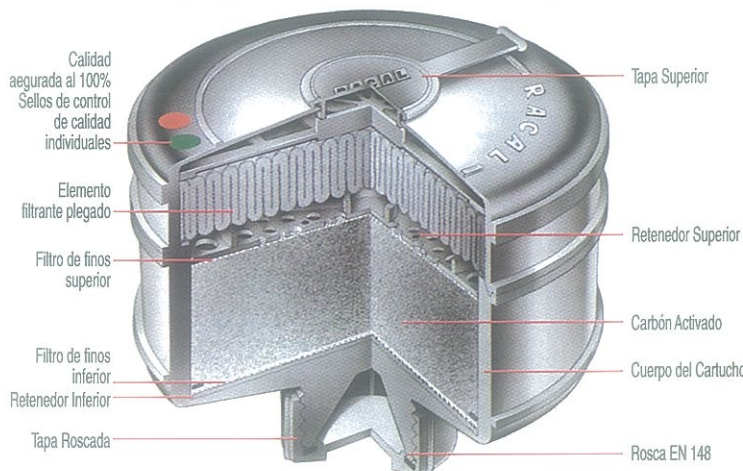
El nuevo sistema de inspección de barras de control, desarrollado por Tecnatom se sitúa en la vanguardia tecnológica en este tipo de inspecciones, habiendo sido contrastado su funcionamiento en varias inspecciones en servicio. El nuevo equipo ha permitido mejorar la calidad y reducir los tiempos requeridos para la ejecución de este tipo de inspecciones, que suelen realizarse dentro del camino crítico de las paradas



Javier GUERRA SAIZ es Ingeniero Naval por la Universidad Politécnica de Madrid. Desde 1986 trabaja en TECNATOM en el área de inspección en servicio habiendo participado en distintas actividades relacionadas con este campo tanto a nivel nacional como internacional. En la actualidad actúa como Jefe de la División de Corrientes inducidas de TECNATOM

Cartuchos Filtrantes con Certificación CE contra partículas, gases y vapores

Conforme a las Normas Europeas EN 141, EN 143 y EN 371
Cartucho P3 NUCLEAR certificado por el
Institut de Protection et de Sûreté Nucleaire



Cartuchos Filtrantes Racal

La elección acertada por...

Calidad

El filtro de plisado paralelo proporciona la máxima superficie de filtración. El proceso de llenado de carbón activado, patentado, garantiza la saturación uniforme del cartucho.

Comodidad

Su diseño y proceso de ensamblaje garantizan la mínima resistencia a la inhalación. Los plásticos técnicos utilizados en su construcción combinan la máxima robustez con el mínimo peso.

Seguridad

Construcción totalmente exenta de partes metálicas. Garantía de una incineración libre de residuos.

Garantía

Todos los cartuchos filtrantes son probados individualmente. Cartuchos contra partículas, dos pruebas D.O.P. en diferentes máquinas de ensayo cada una de ellas. Cartuchos contra gases, una prueba con aire a alta presión + una prueba de pérdida de carga. Cartuchos combinados, una prueba con aire a alta presión + dos pruebas D.O.P. igual a los cartuchos contra partículas.

Servicio

Los laboratorios de investigación permiten diseñar y ensayar filtros bajo especificaciones particulares. Las modernas líneas de producción garantizan la fabricación de grandes lotes de filtros en plazos mínimos.

GAMA

P3	
A2	
AX	
A2P3	
AXP3	
B2	
B2P3	
A2B2	
A2B2P3	
E2	
E2P3	
K2	
K2P3	
A2B2E2K2	
A2B2E2K2P3	
HgP3	
P3 NUCLEAR	

Cartuchos Filtrantes Racal

Líderes en Calidad
Competitivos en Precio

Racal Filter Technologies es una Compañía certificada ISO 9001
Líder mundial en diseño y fabricación de sistemas de filtración



SUMINISTROS
ADARO S.A.
Marqués de San Esteban, 15 • 33206 GUJON - Asturias.
Teléfono (98) 534 78 06 • Fax (98) 535 83 78



RACAL HEALTH
& SAFETY

Si desea recibir más información sobre los Cartuchos Filtrantes RACAL
recorte este cupón y remítalo a la dirección indicada

Empresa _____
Dirección _____
Persona de Contacto _____
Cargo _____
Teléfono _____ Fax _____
SUMINISTROS ADARO, S.A. División Racal Producción
Marqués de San Esteban, 15 • 33206 GUJON - Asturias.
Teléfono (98) 534 78 06 • Fax (98) 535 83 78