

CONTROL DE CALIDAD DEL EXPANSIONADO DE LOS TUBOS DE LOS GENERADORES DE VAPOR

J. GUERRA - A. RINCÓN

INTRODUCCIÓN

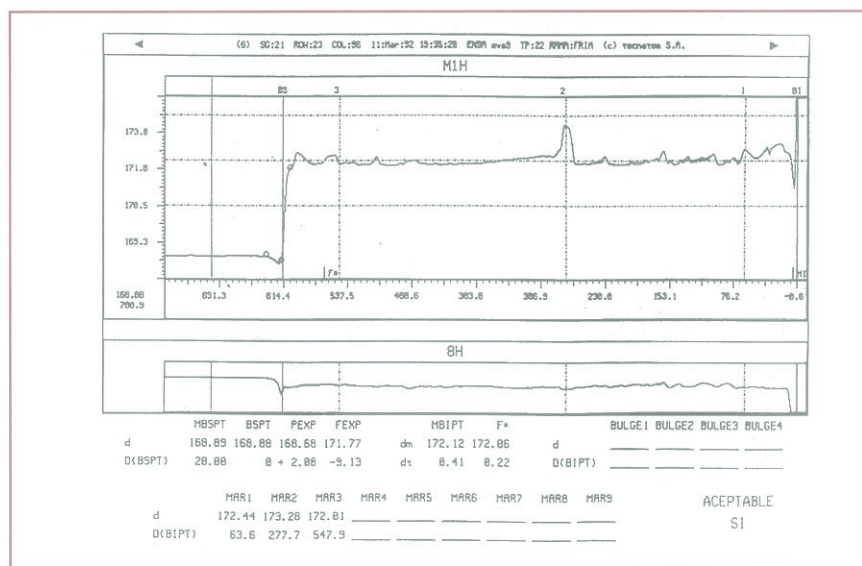
Los generadores de vapor de las centrales PWR constituyen uno de los componentes más críticos de las mismas tanto desde el punto de vista de seguridad como de operación de dichas plantas.

En los últimos años se han realizado numerosas sustituciones de estos componentes, por otros de diseño más avanzado, en plantas en operación en todo el mundo.

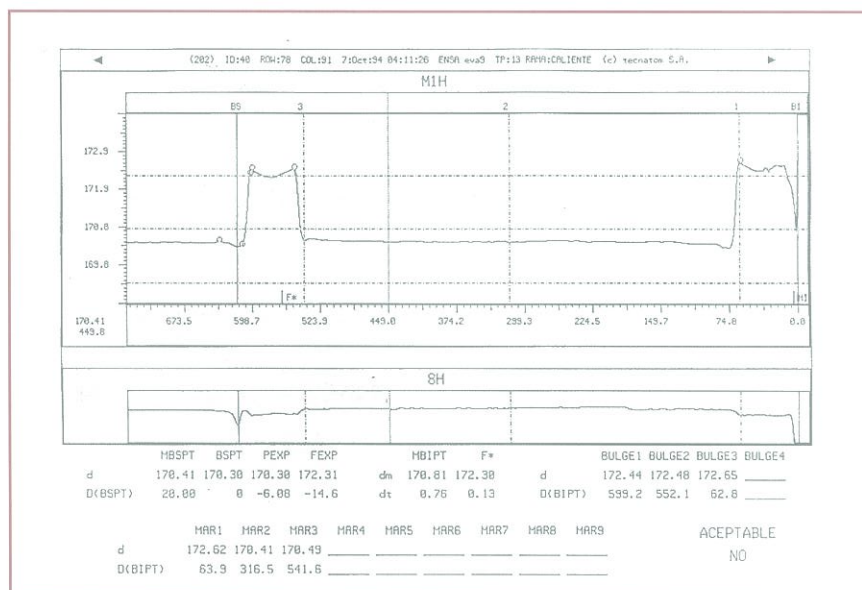
Los requerimientos de calidad en la fabricación de esta nueva generación de generadores de vapor son muy elevados habida cuenta de los problemas surgidos en los equipos en operación.

ENSA es actualmente uno de los principales fabricantes de generadores de vapor a nivel mundial. Esta posición ha requerido un gran esfuerzo en la incorporación y aplicación de equipos, técnicas y procedimientos de control de calidad adaptados a los requisitos y necesidades de clientes y normativas de muy diverso origen.

Uno de los procesos más delicados que se llevan a cabo en la fabricación es del expansionado de los tubos a la placa tubular. Para la aceptación final de este trabajo, Tecnatom desarrolló un sistema de inspección con este propósito y basado en la técnica de corrientes inducidas. Con la experiencia ganada en su aplicación a 15 generadores de vapor, el



Ejemplos de perfiles de expansionado aceptables y no aceptables



sistema ha sido mejorado tanto desde el punto de vista de la precisión en las medidas obtenidas, como desde el de la producción.

PROCESO DE EXPANSIONADO

El expansionado de los tubos a la placa tubular consiste en el aumento del diámetro de éstos en todo el espesor de la placa tubular (unos 610 mm.), de forma que el tubo quede en contacto con la superficie del taladro de dicha placa.

Los equipos de expansionado actuales realizan esta operación mediante un dispositivo hidráulico, que realiza el expansionado en toda la longitud requerida. Posteriormente, en algunos casos, se hace un segundo expansionado mecánico en algunas zonas determinadas.

Durante todo el proceso se verifica de forma sistemática el buen funcionamiento de las herramientas de expansionado, así como el propio expansionado mediante instrumentos mecánicos. Finalmente, la aceptación definitiva se basa en los resultados de la inspección por corrientes inducidas del 100% de los expansionados.

Durante esta inspección se controla que la posición de los expansionados hidráulicos y mecánicos está dentro de las tolerancias preestablecidas así como que el diámetro del interior del tubo cumple con los criterios de aceptación.

SISTEMA DE INSPECCIÓN POR CORRIENTES INDUCIDAS

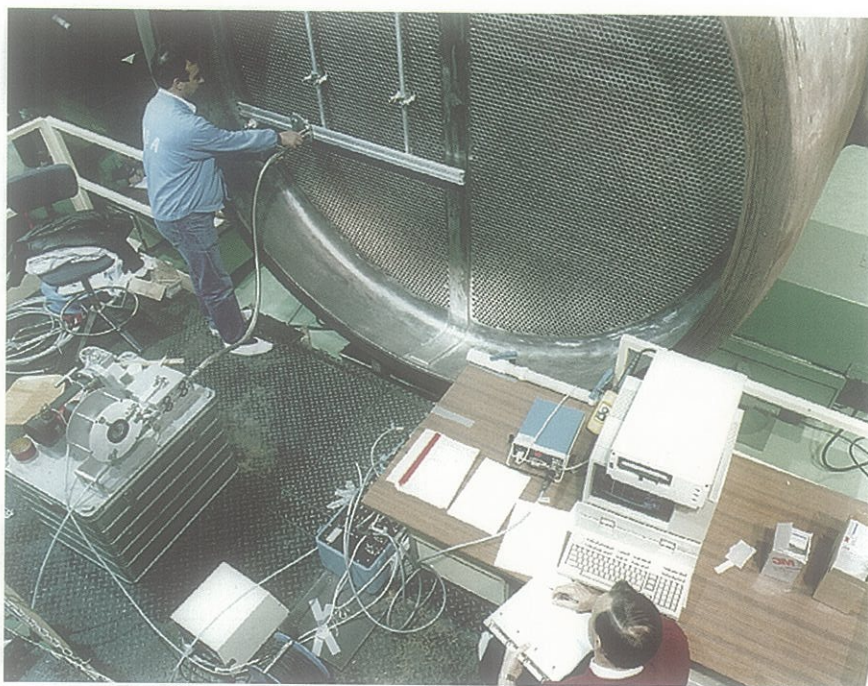
Esta inspección se lleva a cabo mediante el método de corrientes inducidas multifrecuencia, introduciendo una sonda circular, especialmente diseñada por Tecnatom para esta aplicación, mediante un sistema mecánico habitualmente utilizado en las inspecciones de tubos. Como equipo de toma de datos se utiliza un MIZ-18, quedando los datos almacenados en cintas digitales de 64 Megabytes.

Estos datos son procesados mediante un software especialmente desarrollado por Tecnatom para esta tarea y que permite extraer de una forma rápida las dimensiones requeridas y contrastarlas con los criterios de aceptación de forma que se eviten errores de interpretación.

En las ilustraciones adjuntas se muestran algunos ejemplos de registros obtenidos con esta técnica.

MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL SISTEMA DE INSPECCIÓN

Con la experiencia ganada en el con-



Adquisición de datos a pie de generador

trol de unos 150.000 expansionados, el sistema ha sido completamente actualizado, con el doble objetivo de mejorar la precisión del equipo así como aumentar el ritmo de inspección.

Este último punto resulta de particular interés dada la continua reducción en los plazos de fabricación.

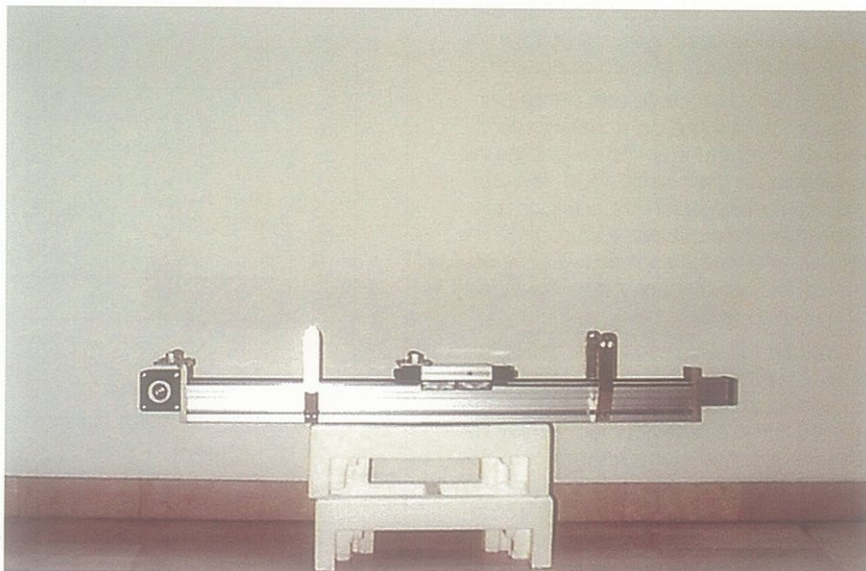
A continuación se describen las características del nuevo sistema y su comparación con el anterior.

EQUIPO DE CORRIENTES INDUCIDAS

El MIZ-18 ha sido sustituido por el equipo TEDDY desarrollado íntegramente por Tecnatom y compatible 100% con el anterior en cuanto a formato de datos y resultados de inspección.

Este equipo tiene como principal ventaja sobre el MIZ-18, para esta aplicación particular, la posibilidad de adquirir en tiempo real las coordenadas

Sistema mecánico de introducción y extracción de sonda



procedentes de uno o varios codificadores. De esta forma es posible obtener, de forma directa, información sobre las posiciones axiales de las indicaciones sin recurrir a técnicas indirectas que añaden incertidumbre a las medidas.

Por otra parte el equipo es capaz de adquirir datos a un ritmo de 2000 muestras por segundo, frente a las 1000 posibles con el MIZ-18. De esta forma la velocidad de inspección se puede aumentar al doble, manteniendo la resolución del equipo.

Otra ventaja considerable es la posibilidad de inspeccionar dos expansionados simultáneamente, con la consiguiente ventaja en cuanto a velocidad de inspección.

El Teddy se comunica con el ordenador de control (PC Windows NT) mediante una red Ethernet estándar, en lugar de utilizar un protocolo propietario como es el caso del MIZ-18. Esta misma red es utilizada para unir los ordenadores de análisis con los de adquisición, de forma que los datos están disponibles para su evaluación en el mismo instante de la adquisición.

DISPOSITIVO MECÁNICO

El dispositivo mecánico utilizado en el nuevo equipo ha sido específicamente diseñado para esta labor, en lugar de utilizar un equipo de propósito general como era el caso en el sistema anterior.

Las ventajas del nuevo equipo, aparte de su simplicidad, son principalmente su sistema de doble sonda para la inspección simultánea de dos expansionados y su elevada precisión, con un error inferior a 0,3 milímetros. Este equipo es controlado desde el mismo ordenador que realiza la adquisición de datos de corrientes inducidas y utilizando el SI-ROCO-VME, desarrollado por Tecnatom como controlador universal de equipos robóticos.

SOFTWARE DE ANÁLISIS

Ha sido desarrollado en Windows NT, específicamente para su utilización en ENSA y con una funcionalidad similar a la del software anterior, desarrollado en UNIX, aunque con mejoras en cuanto a automatización de tareas. Por ejemplo, la posición axial es obtenida directamente de la lectura de los datos del codificador en lugar de realizar cálculos indirectos.

Los ordenadores de análisis están comunicados con los de adquisición mediante una red Ethernet evitando retra-



Oficina de evaluación de datos

sos por la copia de ficheros de un equipo a otro.

La base de datos, también situada en la red, permite procesar la información de una forma rápida y sin errores, permitiendo que el informe de la inspección se emita pocas horas después de finalizar la toma de datos.

CUALIFICACIÓN DEL NUEVO SISTEMA

El nuevo sistema será cualificado en las instalaciones de ENSA en el mes de agosto de este año y se utilizará por

primera vez durante el mes de noviembre.

La utilización de nuevos equipos de control del expansionado de los tubos, dentro del marco general de optimización de procesos llevado a cabo por ENSA, permitirá aunar el difícil objetivo de mejora de calidad y reducción de plazos demandado por las cada vez más exigentes planificaciones y requisitos de fabricación de generadores de vapor.



Javier GUERRA : es Ingeniero Naval por la UPM desde 1982. Ha trabajado en Tecnatom desde 1986 donde ha realizado diferentes actividades siempre dentro del campo de ensayos no destructivos. Es Nivel III en el método de corrientes inducidas y actualmente es responsable de la División de Corrientes Inducidas de Tecnatom.



Andrés RINCÓN MARTÍN: es Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad de Cantabria 1971. Desde 1976 viene desarrollando su labor profesional en EQUIPOS NUCLEARES S.A. ocupando distintas responsabilidades en Ingeniería y Garantía de Calidad. En el campo de ensayos no destructivos es nivel III de Ultrasonidos, Radiografías, Líquidos Penetrantes y Partículas Magnéticas. También es responsable, como Ingeniero de Garantía de Calidad, de proyectos de reposición de generadores de vapor.