

J. ELORZA - F. FERNÁNDEZ

INSPECCIÓN POR ULTRASONIDOS Y CORRIENTES INDUCIDAS DE LAS SOLDADURAS LONGITUDINALES DEL ESCUDO EN LA CENTRAL NUCLEAR SANTA MARÍA DE GAROÑA

Esta inspección es la primera vez que se ha llevado a cabo en el mundo mediante las técnicas de Ultrasonidos (UT) y Corrientes Inducidas (CCII).

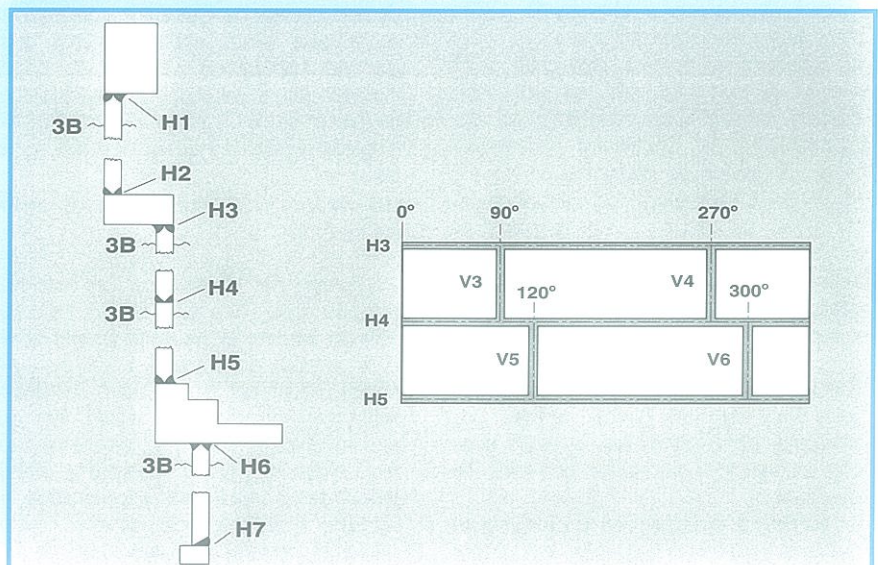
La inspección se realizó durante la 19ª parada para recarga, en marzo de 1997, mediante la utilización del sistema de adquisición y análisis MIDAS, que permite la inspección UT y CCII conjunta. MIDAS es el nuevo sistema de inspección para internos de Vasija, totalmente desarrollado por Tecnatom, s.a. y que integra la adquisición y evaluación de datos propios de la aplicación de técnicas de inspección Ultrasónica y de Corrientes Inducidas.

La inspección se realizó en tiempo inferior al establecido, cubriendo los volúmenes de interés previstos y sin incidentes reseñables.

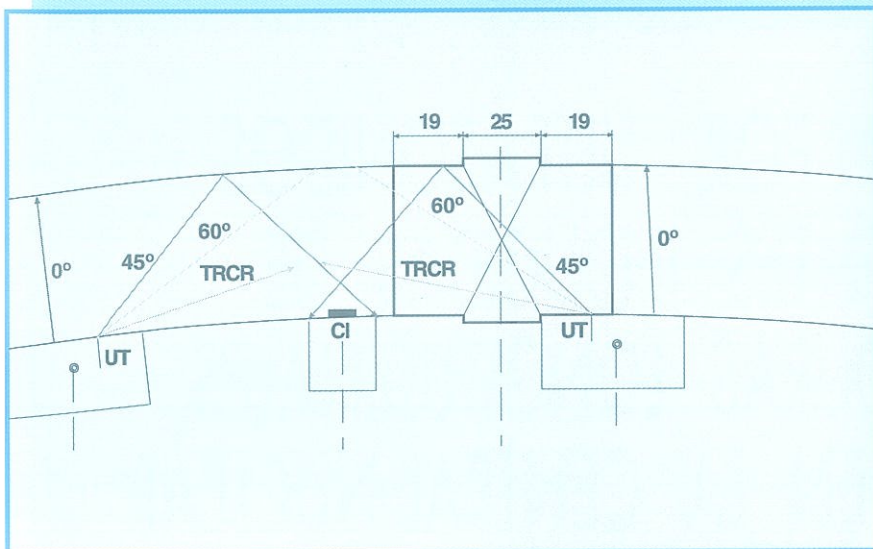
NUCLENOR en el mes de octubre de 1.996 solicitó a Tecnatom el desarrollo de un sistema de inspección capaz de llevar a cabo el examen de las soldaduras longitudinales del escudo envolvente del núcleo mediante técnicas ultrasónicas y de corrientes inducidas. Esta ambiciosa iniciativa suponía una novedad mundial, ya que hasta ese momento solamente se había realizado esta inspección mediante técnicas visuales. La meta prevista era la inspección en la C. N. Santa María de Garoña durante la 19ª parada para recarga, en el mes de marzo de 1.997. Con esta acción se pretendía completar la revisión del escudo, iniciada en la anterior parada para recarga durante los meses de febrero y marzo de 1.996, en la que fueron examinadas las soldaduras horizontales de dicho componente.

Bajo el nombre de proyecto TEIDE (Tecnatom ID Escudo) Tecnatom da

FI - Croquis del escudo envolvente del núcleo.



F II - Situación de los sensores de UT y CII respecto a la soldadura.



respuesta a la necesidad de inspección sobre las soldaduras longitudinales del escudo envolvente del núcleo en Reactores tipo BWR-4. En este proyecto se ha desarrollado un manipulador teleoperado que, introducido en un canal de combustible, examina mediante técnicas de ultrasonidos y corrientes inducidas las soldaduras del escudo, desde la superficie interior, permitiendo detectar, posicionar y dimensionar potenciales grietas que pudieran afectar a la integridad estructural del componente.

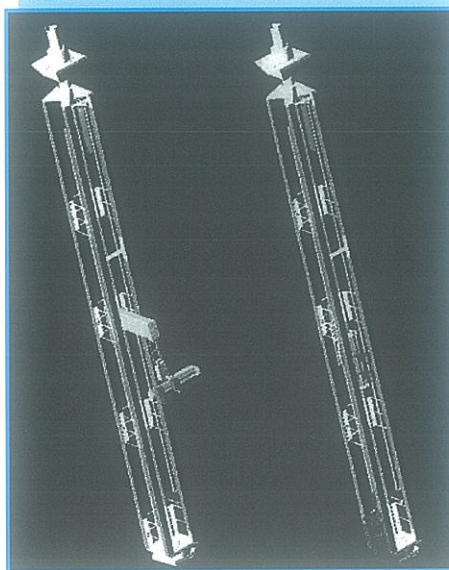
En un tiempo récord de 5 meses Tecnatom debió preparar esta novedosa inspección, primicia mundial, realizando el desarrollo y puesta a punto del manipulador mecánico y técnicas de Ensayos No Destructivos (END's).

Los objetivos del proyecto fueron alcanzados con éxito en los plazos previstos, finalizando la etapa de desarrollo con unas pruebas de conjunto sobre una maqueta escala 1:1 propiedad de NUCLENOR. Estas pruebas tenían como fin verificar la funcionalidad del sistema y técnicas de END's, antes de su aplicación en planta.

La inspección se llevó a cabo entre el 17 y el 21 de marzo de 1.997. Las cuatro soldaduras longitudinales examinadas se encuentran entre las soldaduras horizontales H3 y H5, siendo su denominación V3, V4, V5 y V6. La localización de estas soldaduras dentro del escudo puede apreciarse en el croquis de la Figura I. El equipo de inspección se ubica dentro del recinto de contención, sobre la plataforma de recarga, y trabaja en modo remoto controlado desde el exterior del área de contención. La comunicación se mantiene a través de una única línea de fibra óptica, de hasta dos kilómetros de longitud, que evita las posibles interferencias producidas por ruido radioeléctrico.

En paralelo a la inspección y de forma simultánea se estaban realizando los trabajos

F III- Manipulador mecánico, posición de inspección (izquierda), posición de reposo (derecha)



de movimiento de elementos combustibles en la Vasija, produciéndose mínimos tiempos de interferencia coincidiendo con la introducción y retirada del manipulador mecánico en los canales de combustible empleados para el examen de cada soldadura.

Los equipos y técnicas utilizados fueron los siguientes:

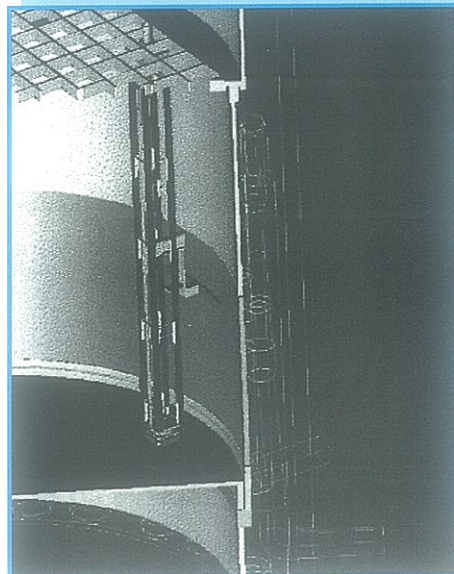
- Examen por Ultrasonidos. Con esta técnica se trata de detectar los defectos abiertos, tanto a la superficie interior como a la exterior, del escudo envolvente del núcleo, determinar su posición, y dimensionarlos en profundidad y longitud. Para ello se han utilizado, de forma simultánea, dos multipalpadores iguales, situados a ambos lados de la soldadura y orientados en sentidos opuestos, que contienen cuatro diferentes sensores de ultrasonidos de for-

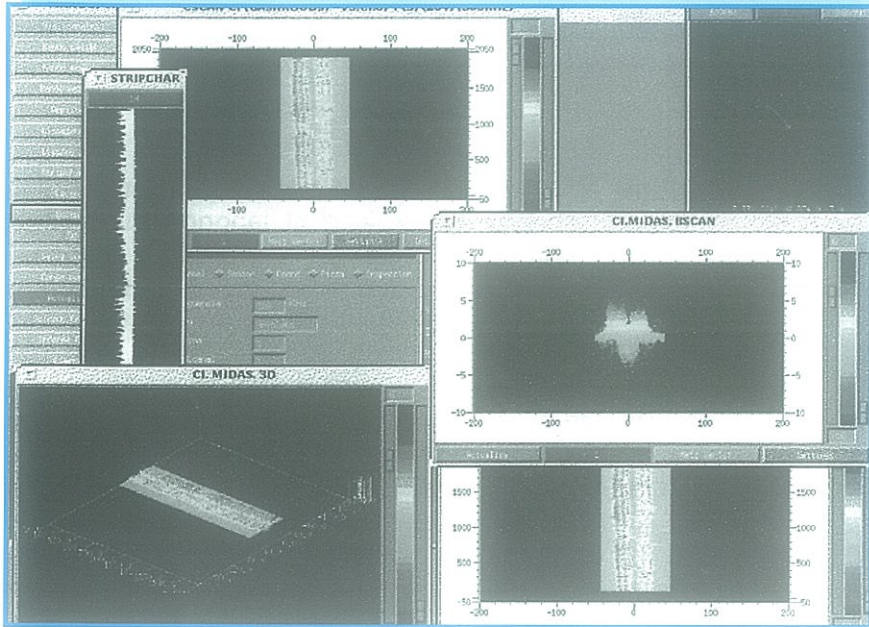
ma que permiten aplicar una onda longitudinal refractada de 60°, una transversal refractada de 45°, una onda de creep de 80° y una longitudinal de 0°. La situación de los palpadores respecto a la soldadura se muestra en la Figura II. La exploración se realiza mediante un barrido perpendicular al eje de la soldadura y un avance en dirección paralela al mismo de forma que se genera una trayectoria tipo "almena".

- Examen por Corrientes Inducidas. Con esta técnica se trata, de forma complementaria a los ultrasonidos, de detectar los defectos abiertos a la superficie interior del escudo envolvente del núcleo, o muy próximos a ella, y dimensionarlos en longitud, mediante un sensor de bobinados cruzados multifrecuencia, sensible tanto a defectos paralelos como perpendiculares a la soldadura. La inspección se realiza siguiendo la misma trayectoria, en forma de almena, descrita por los palpadores de ultrasonidos y simultáneamente a la inspección ultrasónica.

- Manipulador mecánico preparado para inmersión prolongada y alta resistencia a la radiación. La máquina se aloja en la celda o canal de combustible más adecuado para permitir el acceso a cada una de las soldaduras. Son cuatro alojamientos, uno por cada soldadura, los empleados para realizar la inspección. Después de introducido el manipulador en el canal correspondiente, se extiende un brazo, con el módulo portapalpadores, hasta su perfecto acoplamiento a la superficie interior. En la Figura III se muestra el manipulador mecánico con el brazo del módulo portapalpadores en posición de inspección y en posición de reposo. En la Figura IV puede verse el manipulador dentro de una celda

F IV - Manipulador mecánico introducido en canal de elemento combustible



FV - Modelo de pantalla MIDAS de evaluación para CCII:

de combustible desde donde se realiza el examen.

- Controlador SIROCO para el equipo mecánico, a través de una interfase preparada expresamente para este sistema.

- Para la adquisición y tratamiento de la información de Ultrasonidos y Corrientes Inducidas se ha empleado, el sistema MIDAS. Este nuevo Sistema de Adquisición de Datos, totalmente desarrollado por Tecnatom, integra la adquisición y evalua-

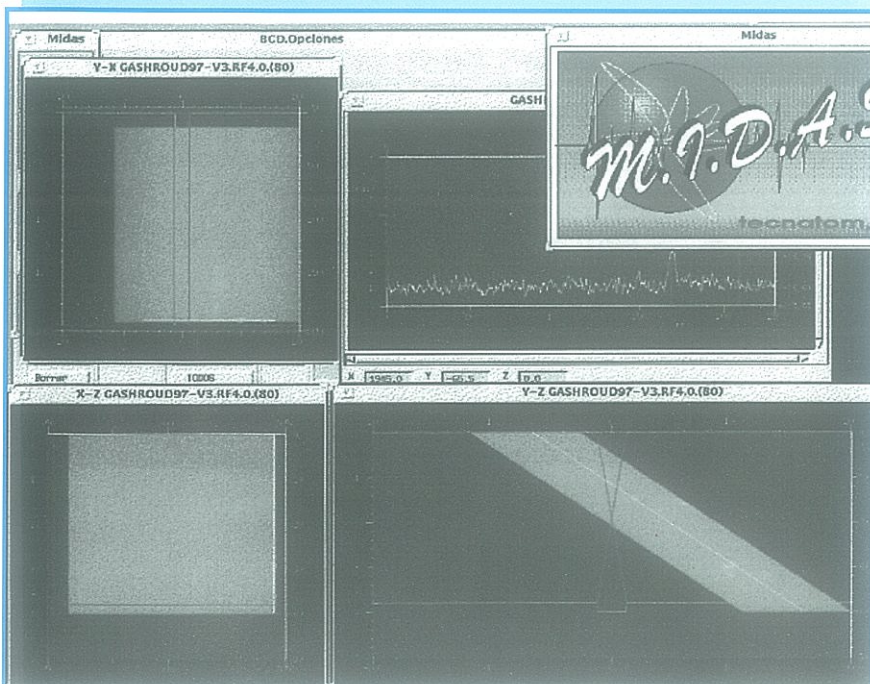
ción propios de la aplicación de técnicas de inspección por UT y CCII (Sistema desarrollado para la inspección de Componentes Internos de Vasija). El sistema MIDAS dispone de herramientas de análisis tanto para CCII como UT, con configuración multiventana y reconstrucción de cualquier número de canales simultáneamente. En las Figuras V y VI se muestran diferentes modelos de pantalla sobre los que se realiza la evaluación de las señales registradas empleando las técnicas de CCII y UT respectivamente.

- Como apoyo durante la manipulación del equipo mecánico, así como para conocer la posición exacta de las soldaduras y de los sensores de inspección, se ha contado con un soporte visual compuesto por un sistema de televisión B/N en circuito cerrado, subacuático y resistente a la radiación, propiedad de NUCLENOR.

La inspección fue realizada en tiempo inferior al establecido, cubriendo los volúmenes de interés previstos en cada una de las cuatro soldaduras examinadas y sin incidencias reseñables en ninguna de las áreas de interés.



Juan J. ELORZA DEL CAMPO es Ingeniero de Caminos Canales y Puertos por la Universidad de Santander. Actualmente es Jefe de Sección de la Oficina Técnica de Mantenimiento.

FVI - Modelo de pantalla MIDAS de evaluación para UT.

Francisco J. FERNÁNDEZ es Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Técnico de END's de TECNATOM, S.A., Nivel 2 en Ultrasonidos y Corrientes Inducidas. Cualificado por el Electric Power Research Institute Nondestructive Evaluation Center para el dimensionamiento de grietas intergranulares de corrosión bajo tensión.