

Avances a partir de las nuevas prestaciones digitales del sistema de inspección de corrientes inducidas TEDDY+

Víctor Barcenilla, Jerónimo Hernández y Belén Ribes

Como resultado de la reciente línea de desarrollo de sistemas de adquisición de datos de corrientes inducidas llega un nuevo producto al mercado denominado TEDDY+, basado en tecnología digital. Con solo 4kg de peso constituye un gran avance en relación a los equipos usados para este tipo de inspecciones disponibles en el mercado.

Estos avances, han permitido, entre otros, mejorar la relación señal ruido (S/R), disminuir los problemas típicos de saturación de la señal de corrientes inducidas, incrementar la velocidad de inspección, eliminar la sonda de referencia, detectar la señal de aire/tubo en tiempo real, a la vez que posibilitar la integración del equipo de corrientes dentro del impulsor de sondas gracias a su reducido tamaño y a tener integrado como parte del equipo la tarjeta controladora de los sistemas mecánicos.

Se han desarrollado dos líneas de producto, una dirigida a cualquier tipo de mercado y aplicación (sector nuclear, industrial y aeronáutico, químico y petroquímico, etc) y otra especialmente desarrollada para la inspección de tubos, denominada TEDDY+SP (Suitcase Pusher). Ambas líneas están preparadas para el manejo de sensores array que claramente constituyen el futuro de los sistemas de inspección por corrientes inducidas.

Estas mejoras y novedades sitúan al nuevo sistema de inspección de Tecnatom como uno de los mas potentes y fiables disponibles en el mercado.

As a result of the recent developing line of eddy current data acquisition systems a new product based on digital technology, named TEDDY+, comes to the market. With only 4kg of weight constitutes a great advance with regards to other equipments available in the market.

These advances, have enabled, among others, to increase considerably the signal to noise (S/N) ratio, avoid typical saturation problems in the eddy current signal, increase the inspection speed, eliminate the reference probe, detect the air/tube signal in real time, and the possibility to integrate the tester inside a push puller thanks to its reduced size and to have integrated as part of the ET equipment the mechanical systems control board.

Two product lines have been developed, one oriented to any market and application (nuclear market, industrial and aeronautical, chemical and petrochemical, etc) and other specially dedicated to the massive inspection of tubes, named TEDDY+SP (Suitcase Pusher). Both lines are prepared to use eddy current arrays which clearly constitute the future of the eddy current inspection systems.

The new TEDDY+ line of products presented in this paper constitutes one of the most powerful and reliable existing in the market.

These improvements and novelties place the new ET inspection system from Tecnatom as one of the most powerful and reliable in the market.

INTRODUCCIÓN

Los sectores industriales demandan cada vez sistemas de adquisición de datos más competitivos y versátiles capaces de realizar inspecciones automáticas de corrientes inducidas. Los sistemas de adquisición de datos deben cubrir un amplio rango de aplicaciones en distintos mercados: energético, industrial, aeronáutico, etc. Tecnatom cuenta con un sistema capaz de cubrir los distintos mercados y aplicaciones gracias a su arquitectura totalmente modular.

Este artículo presenta la nueva línea de sistemas de adquisición de datos, denominada TEDDY+, sus innovaciones y características técnicas, resaltando las ventajas de la misma.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

En las siguientes líneas se describen las innovaciones que se han implementado tanto en la electrónica como en la arquitectura:

- Diseño digital: utilizando la tecnología más puntera existente en la actua-

lidad y aplicada a todas las etapas del equipo desde el procesamiento hasta la etapa de recepción consiguiendo aumentar la estabilidad frente a cambios de temperatura, reducir el ruido, minimizar el tamaño, aumentar la velocidad de adquisición y dejarlo abierto a actualizaciones futuras.

- Control automático de la ganancia: adaptando la señal recibida para conseguir adquirirla con la máxima precisión, detectando y evitando saturaciones de las etapas de entrada comunicando a la CPU cualquier anomalía detectada.

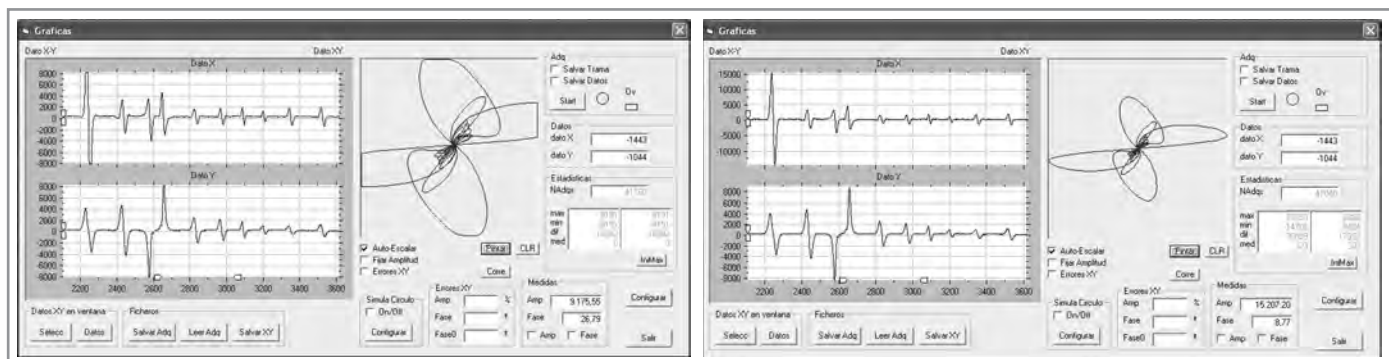


Figura 1. (a) Adquisición de datos a una frecuencia de 100KHz (b) misma adquisición con el modo ganancia automática, no se saturan las señales.

- Adquisición de datos en tiempo real mediante DSP (Procesador Digital de Señales), permitiendo mejorar la calidad de la señal recibida con el empleo de filtros programables y configurables, detección automática de fin de tubo, mezcla de canales, y todos aquellos algoritmos que actualmente o en el futuro pudiesen aparecer y que sean aplicables a las técnicas de corrientes inducidas (figura 1).

- Soporte de sondas array así como de sondas con electrónica embarcada, preparado para admitir sondas de última generación y permitiendo, gracias a su concepto modular, la fácil incorporación de nuevos modelos de sonda que puedan aparecer en el futuro.

- Integración con sonido, video, ultrasonidos y controladores mecánicos en el mismo rack, pensado desde su origen para admitir la conexión a otros sistemas de adquisición de datos, integrarse con sistemas de control mecánico y hacer un sistema todo-en-uno con la incorporación de audio y video dentro del mismo equipo.

- Reducido tamaño debido a los componentes electrónicos de alta tecnología empleados, la inclusión de los componentes más actuales existentes en el mercado ha permitido reducir el tamaño del

equipo y al mismo tiempo aumentar sus prestaciones hasta unos niveles difíciles de prever hace tan sólo unos años.

Características Técnicas

Dentro de las características técnicas del equipo podemos resaltar las siguientes:

- Modos de inyección simultánea (SI), multiplexada (MUX) o modo mixto (MSI).
- Numero de canales: está en función del modo de inyección,
 - SI : De 16 a 256 canales
 - MUX : De 64 a 1024 canales
 - MSI : De 128 a 1024 canales
- Velocidad de adquisición de hasta 20.000 muestras/segundo (ver figura 2)
- Ganancia manual y automática (32 bits)
- Soporta todo tipo de sondas, incluyendo las sondas array y las sondas con electrónica embarcada.
- Frecuencia de inspección de 1Hz a 10MHz
- De 9 a 36 codificadores (codificadores incrementales, TTL or señales de estado)
- De 16 a 64 entradas/salidas digitales
- De 4 a 16 entradas/salidas analógicas

- Modos de disparo internos, externos, sincronizados por codificador y comandados por software.

- 32 estampas de tiempo.

- Filtros dinámicos optimizados para cada frecuencia.

- Estampa de tiempo variable para optimizar la velocidad de muestreo.

- Simulación de la sonda de referencia lo que permite eliminar la sonda utilizada como referencia en una adquisición de datos en modo diferencial/absoluto. Se utiliza el segundo generador para simular la amplitud y la fase de la sonda de referencia.

- Opción de auto chequeo: varios parámetros del sistema se chequean para controlar errores o mal funciones tales como el voltaje aplicado a la sonda, saturación en la señal, velocidad de adquisición, alimentación y temperatura.

Líneas de Producto

Se han desarrollado dos líneas de producto (figura 3), la versión autónoma, denominada TEDDY+ que permite distintas configuraciones de acuerdo con el número y tipo de tarjetas electrónicas incluidas en el equipo, y una versión integrada, denominada TEDDY+SP, conteniendo en el mismo paquete el equipo de corrientes TEDDY+, el controlador del impulsor, la alimentación de la sonda rotatoria y la mecánica del impulsor.

Aplicaciones Software asociadas

Las aplicaciones software se han actualizado para incorporar el control de la nueva línea de productos. Al mismo tiempo, la estructura de la base de datos tanto de las aplicaciones de adquisición como de análisis se ha rediseñado para soportar adecuadamente los nuevos requisitos de las directrices del EPRI, así como para separar lo que es la adquisición y análisis de datos propiamente dicha de lo que se suele llamar conceptos de operación de una inspección. La nueva arquitectura de base de datos garantiza un sistema robusto y a prueba de fallos, minimizando los errores de operación e incrementando la dinámica de comunicación entre las

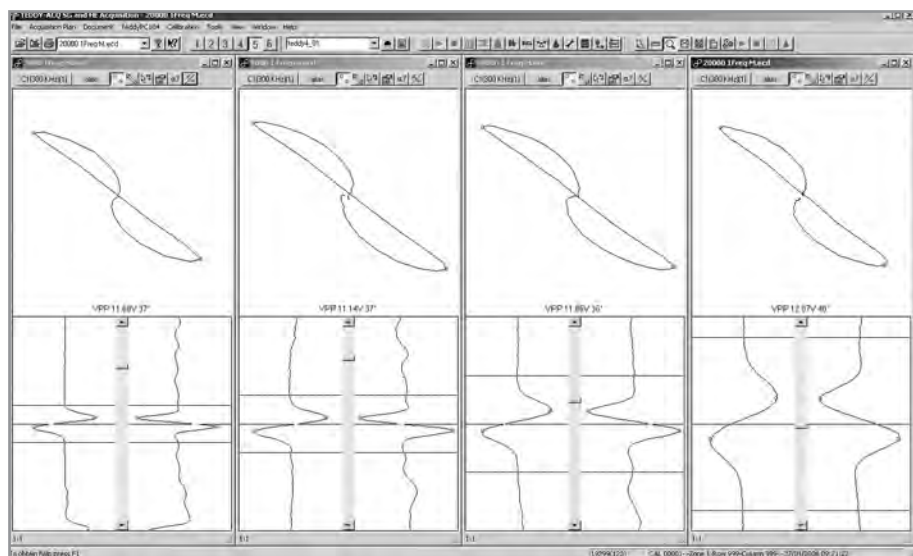


Figura 2. Señal de cuatro taladros del 100% a 300KHz con distintas velocidades de adquisición, misma calidad de la señal.



Figura 3. a) Línea de producto TEDDY+ y b) línea de producto integrada TEDDY+SP.

fases de planificación, adquisición y análisis de datos.

La estructura de la trama de datos se ha rediseñado completamente para incluir todas las nuevas características disponibles en el equipo TEDDY+, tales como la inclusión de la estampa de tiempos, información de codificadores, información de alarmas, información de entradas analógicas, etc. También se ha incluido la posibilidad de disparos independientes lo que implica distintas tramas de datos por disparo. Así mismo, los sensores array y las sondas multi-sensor (combinación de elementos array y una sonda circular, como es el caso de las sondas X-Probe e I-Probe) han cambiado el concepto clásico de fichero de datos. Si añadimos a este hecho la posibilidad del nuevo equipo de trabajar en modo 16 bits o en modo 32 bits (debido a la ganancia automática) podemos comprender los cambios que se han efectuado en el software para manejar todas estas posibilidades de una manera eficiente y fiable, y siempre garantizando la compatibilidad total con equipos y formatos de datos previos.

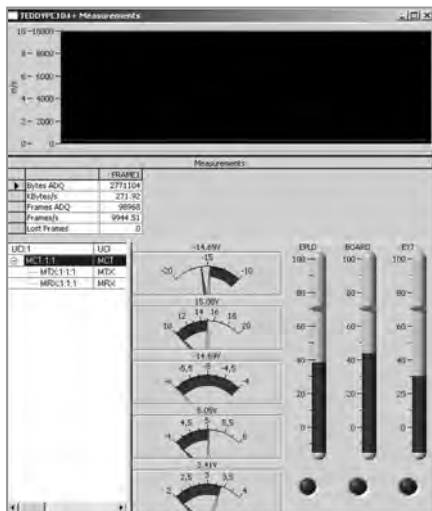


Figura 4. Ventana de diagnósticos mostrando la temperatura, tensión de alimentación y velocidad de inspección.

Se han definido nuevos tipos de representación de datos teniendo en cuenta la información de la estampa de tiempos (stripchart, lissajous, 3D, etc)

Alguna de las mejoras del nuevo sistema incluyen una ventana de diagnósticos que permite controlar la tensión de alimentación, temperatura, y velocidad de muestreo (figura 4) del equipo.

APLICACIONES

Para poder cubrir los distintos mercados y aplicaciones es necesario contar con una arquitectura altamente modular que permita la composición desde equipos sencillos a equipos con altas prestaciones. La solución que se incluye en el equipo TEDDY+ está basada en la arquitectura PC104+ que se ha establecido como un estándar en los sistemas basados en PC de altas capacidades y tamaño reducido. Bajo esta arquitectura existen una gran cantidad de módulos comerciales (DSP, control de ambiente, control de ejes, video, sonido, etc) que junto con el concepto modular del diseño permite una fácil expansión del sistema de adquisición de datos.



Figura 5. Gran reducción en el número de cables y componentes. a) Equipo TEDDY+SP y b) Sistema anterior empleado.

Gracias a esta arquitectura es posible llegar a los distintos mercados y adaptar fácilmente las necesidades particulares que pudieran surgir en un determinado tipo de inspección.

En las siguientes líneas se describen las principales características del equipo TEDDY+ en una serie de aplicaciones concretas.

Inspección de Generadores de Vapor

El producto clave desarrollado para este tipo de inspecciones es el impulsor integrado TEDDY+SP. Este nuevo concepto de equipo integrado ha reducido drásticamente el número de cables y componentes usados en la anterior generación de sistemas de inspección (figura 5). Algunas de las principales características son la detección de aire en tiempo real, la simulación de la sonda de referencia (figura 7) evitando el uso de una segunda sonda para los canales absolutos, la sincronización con los controladores mecánicos (impulsores y robots), y la total automatización del proceso de adquisición y análisis de datos (figura 6).

Hacia el exterior solo existe un conector ethernet, una toma de corriente de 100-220 voltios y una entrada de aire, todo el resto de conexiones son internas y no necesitan volverse a conectar cada vez, simplificando de esta manera considerablemente la instalación del equipo.

Inspección de Condensadores

Cualquiera de los dos productos desarrollados puede ser usado en este tipo de inspecciones, TEDDY+ o TEDDY+SP, con cuatro sensores y capacidad para una sonda array. El sistema se puede complementar con campo lejano y/o ultrasonidos. Cuenta con la detección de aire en tiempo real, simulación de la sonda de referencia y sincronización con los controladores mecánicos (impulsores).

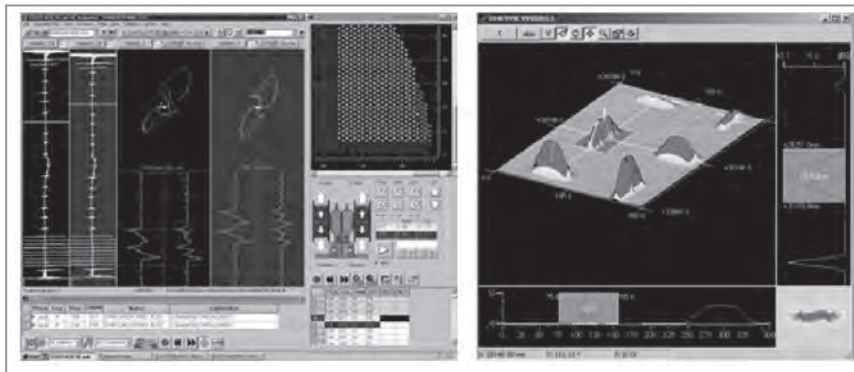


Figura 6. a) Software de adquisición y control de datos y b) Análisis de datos de sonda rotatoria.

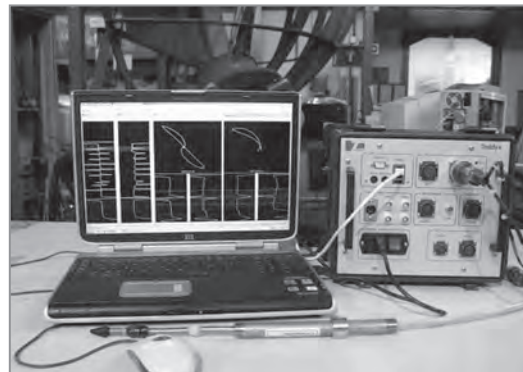


Figura 7. Conjunto de Adquisición: PC de control y TEDDY+

Inspección de superficies

En el caso de superficies, el uso de sondas array lleva asociado una clara ventaja competitiva en relación con las sondas puntuales, ya que permite realizar inspecciones mucho más rápidas así como la inspección de superficies con geometría compleja. Un ejemplo de este tipo de inspecciones es la inspección de la soldadura J tal y como se muestra en la figura 8, donde se utiliza una sonda multibobinado y multiplexores externos.

Conclusiones

La nueva línea de sistemas de corrientes inducidas digitales permite la realización de inspecciones más rápidas, evitan la saturación de la señal, proporcionan una mejor relación señal/ruido, y están preparados para adaptarse a aplicaciones especiales.

Las dos líneas de productos TEDDY+, y TEDDY+SP integrada en el impulsor constituyen una nueva generación de equipos de corrientes inducidas compacta, robusta y versátil.

El nuevo sistema está permitiendo reducir costes, a la vez que tiempos y dosis en las inspecciones de tubos de generadores de vapor. Así mismo, para la planta, existe una reducción en la cantidad de deshechos, debido al reducido número de sondas y cables usados, así como una

reducción en la contaminación de la plataforma, extendida por el impulsor, debido al diseño sellado de este equipo.

Este nuevo equipo ayudará a dar un importante paso adelante de cara a mejorar la calidad y la fiabilidad de las inspecciones. Esto ha sido posible gracias al uso extensivo de la electrónica digital y software disponibles en el estado del arte, junto con un diseño plenamente orientado a conseguir estos objetivos.



Victor Orlando Barcenilla Marseliano es Ingeniero Industrial, especialidad de Electrotecnia, Intensificación de Automática y Electrónica, por la ETSII de Valladolid. Se incorpora en 1995 a Tecnatom participando en el desarrollo de sistemas de adquisición y análisis de datos. Es el responsable de los desarrollos software de los sistemas de adquisición y análisis de datos de corrientes inducidas.



Jerónimo Hernández Rioja es Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones, especialidad de Equipos Electrónicos, por la Universidad de Alcalá de Henares. Se incorpora en 1990 a Tecnatom participando en el desarrollo y diseño de controladores, sistemas de adquisición de datos, siendo el principal artífice de los equipos de corrientes inducidas Teddy y Teddy+.



Belén Ribes Sáez es Licenciada en Matemáticas, especialidad de Estadística e Investigación Operativa, por la Universidad Complutense de Madrid. Se incorpora a Tecnatom en 1988, grupo de desarrollo de corrientes inducidas, participando en distintos proyectos nacionales y europeos. Su principal actividad técnica se desarrolla en el área de modelado matemático y reconocimiento de patrones para el análisis automático de señales. Ha desempeñado varios cargos, Jefe de Proyecto, Gestor de Producto, en la actualidad es Jefe del grupo de Técnicas de corrientes inducidas.

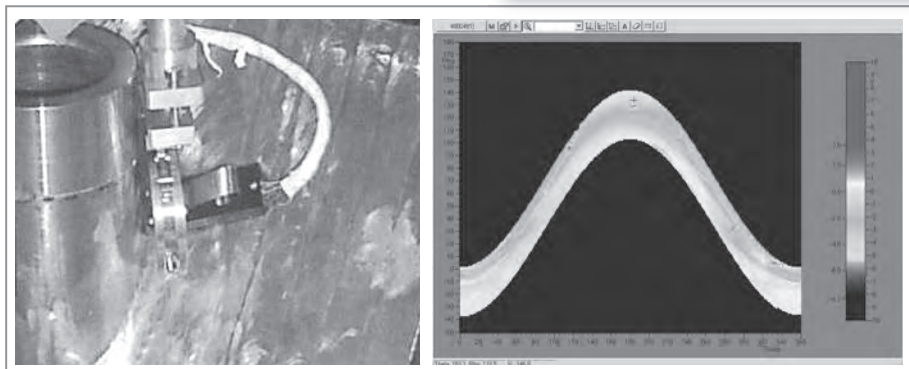


Figura 6. a) Software de adquisición y control de datos y b) Análisis de datos de sonda rotatoria.