

**MONOGRAFÍA DE MINOR DE
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**TÉCNICAS MODERNAS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR**

CARLOS A. RAMOS MORALES

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C. JUNIO 2004**

**TÉCNICAS MODERNAS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR**

CARLOS A. RAMOS MORALES

Trabajo de Monografía presentado para optar título de
Ingeniero Mecánico.

Director
Ing. Miguel A Romero

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y

NOTA DE ACEPTACIÓN :

Firma del Presidente

Firma Jurado

Firma Jurado

Cartagena de Indias D.T. y C. , Junio de 2004

Señores:

Departamento de Investigaciones

Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar

Ciudad.

Respetados señores:

Presento para su consideración el proyecto de Monografía titulado,
**“TÉCNICAS MODERNAS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO
DESTRUCTIVOS EN INTERCAMBIADORES DE CALOR”** como
requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico.

Atentamente,

Carlos A. Ramos Morales.

Cartagena de Indias, D.T. y C. Junio de 2004

Señores:

Departamento de Investigaciones
Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar
Ciudad.

Respetados señores:

Por solicitud del estudiante Carlos Alberto Ramos Morales, dirigí a satisfacción el proyecto de monografía titulado: **“TÉCNICAS MODERNAS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN INTERCAMBIADORES DE CALOR”**, como requisito para optar el título de ingeniero mecánico.

Espero que el contenido y las normas aplicadas cumplan con los requisitos exigidos por esta dirección.

Atentamente,

Miguel A. Romero
Ing. Mecánico

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los intercambiadores de calor son equipos muy importantes dentro de una empresa, debido a que ellos tienen que ver con la temperatura de las sustancias que ellas manejan, por lo tanto hay que garantizar su vida útil por medio del mantenimiento, hoy en día sólo se aplica en ellos mantenimiento preventivo y reactivo, estos no son tan eficaces como lo son las nuevas técnicas normalizadas de inspección que existen. Dichas técnicas son ensayos no destructivos y hacen parte del mantenimiento predictivo, que te determinan con certeza cualquier defecto que se presenten dentro y fuera de los tubos del intercambiador de calor.

Una de las razones por la que no se aplican estas técnicas es su alto costo, pero la inversión vale la pena, debido a que su equipo no ocasionará pérdidas por fallas y se verá recompensada con la producción.

OBJETIVO GENERAL

Recomendar el uso de estos ensayos no destructivos en los intercambiadores de calor para hacer más eficiente los procesos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer las técnicas modernas de ensayos no destructivos en los intercambiadores de calor.
- Identificar cada uno de estos ensayos.
- Mostrar lo eficiente que son estas técnicas.
- Convencer acerca de la rentabilidad de estos ensayos.
- Analizar uno a uno los ensayos por corrientes de Eddy

JUSTIFICACIÓN

Consiente de la importancia del mantenimiento predictivo, este proyecto busca que en las empresas se implanten estos ensayos, debido a que sólo se están utilizando en los intercambiadores métodos mecánicos y químicos que no arrojan resultados tan eficaces como los END.

RESUMEN

Los ensayos no destructivos son métodos utilizados en el mantenimiento predictivo de equipos, son muy eficaces debido a que no detectan futuras fallas. Consisten en aplicar un campo de energía o un medio de prueba a una pieza o un material bajo ensayo para detectar las modificaciones sufridas en el medio de prueba en su interacción con la pieza o material, evaluando estas modificaciones y relacionarlas con la presencia de discontinuidades dadas, variaciones de composición, estructura o propiedades.

En los intercambios de calor de tipo casco y coraza se utilizan unos ensayos basados en corrientes inducidas utilizan las corrientes eléctricas en una bobina para inducir corrientes parásitas en una pieza de ensayo, las indicaciones revelan discontinuidades que alteran el camino de las corrientes.

Se basan en los principios de inducción electromagnética, se utilizan para inspección de la tubería no ferromagnética tal como a uno inoxidable, latón, aleaciones del cobre, níquel, tritaniun, etc.

Existe un equipo que se utiliza especialmente en estos intercambiadores de calor que es el MIZ-40, es un equipo que utiliza corrientes parásitas para detectar defectos en los tubos de los intercambiadores.

Contenido

	pag.
Introducción	
1. Ensayos no destructivos	3
1.1 Métodos de ensayos no destructivos	4
1.1.1 Ensayos de líquidos Penetrantes	4
1.1.2 Ensayos de partículas magnéticas	4
1.1.3 Pruebas radiográficas	4
1.1.4 Ensayo de corrientes inducidas	5
1.1.5 Ensayo de ultrasonido	5
2 Corrientes de Eddy	6
2.1 Medición de campos de corriente alterna	6
2.2 TELETEST. Técnica ultrasónica de largo alcance para la evaluación de integridad de cañerías.	8
2.3 GUL WAVE MAKER. Chequeo de integridad de cañerías mediante ondas ultrasónicas guiadas de largo alcance	9
2.4 C-SCAN 2000. información sobre estado de revestimiento de Cañerías enterradas, ubicación y mapeos asistidos por GPS.	10
2.5 Servicio de Inspección de Tanques de almacenaje	12
2.6 Otros instrumentos no destructivos	13
2.7 Inspección de la tubería de acero al carbón	19
2.7.1 Servicios de Pruebas alejados del campo de la corriente de Eddy	19
2.7.2 Diafragma Ultrasónico	21
2.8 Inspección de la corriente de Eddy	23
2.9 La prueba de corriente de corriente en los intercambiadores de calor Es Fácil.	25
3. Equipo de Ensayo	27
3.1 MIZ-40. Ejemplo del defecto de la tubería (con la ayuda de supresión)	27
Conclusión	
Bibliografía	
Anexos	

INTRODUCCIÓN

Los intercambiadores de calor son equipos que se encuentran dentro de la clasificación de equipos estáticos, ellos son utilizados en la transferencia de calor y como todo los equipos requieren de un buen mantenimiento para garantizar su vida útil. Ellos se clasifican según su construcción y según su función.

Según su construcción se clasifican en intercambiadores de tubos concéntricos, de casco y coraza, de contacto directo (torres de enfriamiento), compactos, enfriados por aire (finfan) y de placa plana.

Según su función, en condensadores, evaporadores, rehervidores de casco y coraza, secadores, tuberías de calor, hornos y cámaras de combustión y vasijas agitadas.

En este proyecto, se especifica sobre el intercambiador de casco y coraza. A estos, el mantenimiento que se le aplica es por métodos mecánicos y químicos como lo son.

Métodos Mecánicos

- Limpieza con agua a alta de presión.
- Cepillos rotativos de alambre, sintéticos o plásticos.
- Servicios de contratistas calificados que ofrecen caracterización de depósitos, suministros de los solventes adecuados, suministro del equipo y personal apropiado para un apropiado para un trabajo de limpieza efectivo.

Métodos Químicos

- Circulación de aceite liviano a velocidad alta.
- Circulación de agua caliente fresca para remoción de sales.
- Compuestos de limpieza química comerciales.

Hoy en día, existen técnicas para realizar mantenimiento predictivo a estos equipos tales como, los ensayos no destructivos y mas específicamente por corrientes de eddy que es nuestro tema en cuestión.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Un método no destructivo consiste en Aplicar un campo de energía o un medio de prueba a una pieza o un material bajo ensayo para detectar las modificaciones sufridas en el campo de energía o medio de prueba en su interacción con la pieza o material, evaluando el significado de dichas modificaciones y relacionarlas con la presencia de discontinuidades, variaciones de composición, estructura y/o propiedades.

Cuando se realizan ensayos no destructivos se busca:

- Asegurar calidad y confiabilidad
- Prevenir accidentes
- Producir beneficios económicos
- Contribuir al desarrollo de la ciencia de los materiales

Los ensayos no destructivos son usados ampliamente en la industria, en la fabricación de componentes, en la construcción de nuevas plantas y proyectos, durante el servicio y operación de equipos y plantas industriales y en el terreno científico.

NORMAS QUE REGLAMENTAN LOS END

- A.S.N.T. American Society of Non Destructive Testing
- ASTM American Society of Testing and Materials
- ASME American Society of Mechanical Engineers

1.1 MÉTODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

1.1.1 ENSAYOS DE LÍQUIDOS PENETRANTES

- Utiliza un líquido penetrante para introducirse en una discontinuidad superficial entregando así una indicación visible
- Es usado en metales, vidrios, cerámicas para localizar discontinuidades superficiales, método sencillo para utilizar y no requiere equipos especiales
- No detecta discontinuidades por debajo de la superficie.

1.1.2 ENSAYO DE PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

- Utiliza corriente eléctrica para crear un campo magnético en una pieza de ensayo mientras que las partículas magnéticas indican donde este campo es interrumpido por una discontinuidad.
- Utilizado en metales que se pueden magnetizar (ferromagnéticos) para detectar discontinuidades superficiales o subsuperficiales. Método sencillo para utilizar y se utiliza equipo portátil para ensayos en campo
- No puede ser utilizado en metales no magnéticos. Requiere energía eléctrica

1.1.3 PRUEBAS RADIOGRÁFICAS

- Utiliza rayos electromagnéticos (rayos x y gamma) para penetrar en un material. Se registra en películas las discontinuidades encontradas.
- Se puede utilizar para cualquier metal, material o artículos así como una variedad de otros materiales para detectar y registrar en película

radiográfica discontinuidades superficiales o subsuperficiales . La película suministra un registro permanente de las indicaciones

- Alto costo de inversión inicial. Presenta un peligro potencial de seguridad para el personal que conduce el ensayo

1.1.4 ENSAYOS DE CORRIENTES INDUCIDAS

- Utiliza la corriente eléctrica en una bobina para inducir corrientes parásitas en una pieza de ensayo. Las indicaciones revelan discontinuidades que alteran el camino de las corrientes inducidas.
- Utilizado en metales para detectar discontinuidades superficiales o subsuperficiales, durezas y espesores , recubrimientos no metálicos y medidas de espesores de película alteran el camino de las corrientes inducidas.
- Profundidad de inspección se limita a $<$ de 1". No se puede determinar la forma de las discontinuidades

1.1.5 ENSAYOS DE ULTRASONIDO

- Utiliza el ultrasonido para penetrar en el material indicando discontinuidades en una pantalla de CRT o cristal líquido.
- Utilizado en metales cerámicas plásticos etc para detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales . Permite automatizar el proceso y registrar las indicaciones en papel, suministrando un registro permanente. También se utiliza para medir espesor del material.
- Alto costo de inversión inicial. Interpretación de los resultados de la prueba requiere personal altamente calificado.

2. CORRIENTES DE EDDY

Las Corrientes de Eddy es uno de los métodos de ensayos no destructivos mas eficientes, consiste en hacer pasar una probeta sobre el área a inspeccionar y esta al detectar fallas arroja resultado de acuerdo con el equipo que se este utilizando y el elemento que se esté inspeccionando.

El sistema de Corriente de Eddy es utilizado principalmente en la detección de erosión, abrasión, corrosión, etc., en tubos de intercambiadores de calor, tubos de calderas, reactores, etc., por medio de una probeta que circula en el interior de los tubos.

En caso de haber defectos, estos producen alteraciones en el campo magnético generado por la probeta, lo que permite determinar la existencia de los defectos mencionados, su magnitud y ubicación.

Estos son algunos equipos de inspección por Corrientes de Eddy.

2.1 A C F M. MEDICION DE CAMPO DE CORRIENTE ALTERNA.

ACFM es una técnica de inspección electromagnética (mide las alteraciones del campo magnético que aparecen cuando una corriente eléctrica es perturbada por la presencia de una fisura), no requiere contacto con el metal por lo que se puede utilizar a través de pintura u otros recubrimientos de hasta 5 mm de espesor y no requiere una limpieza meticulosa de las superficies.

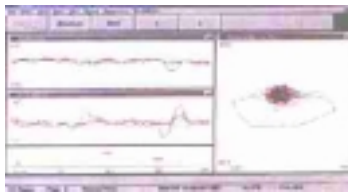


La probeta de ACFM contiene un inductor que fuerza una corriente eléctrica AC unidireccional a fluir en el material y generar un campo magnético. Además la probeta ACFM contiene sensores que miden el campo magnético y pueden identificar y medir las alteraciones producidas.

El sistema permite detectar y cuantificar (largo, profundidad y ubicación) fisuras en la mayoría de los metales (aceros al carbono, inoxidable, titanio, inconel, aluminio) y reemplaza con ventaja los Test de Partículas Magnéticas y Test con Tintas Penetrantes.



El sistema ACFM tiene una PC incorporada que controla los instrumentos y provee a través de un monitor o impresora, gráficos en tiempo real de las fisuras encontradas y permite almacenar esa información para un posterior análisis.



Se puede utilizar para inspección de soldaduras o roscas, búsqueda de fisuras, etc., pudiendo utilizarse con altas temperaturas (hasta 500 °C) y en el aire o bajo agua.



2.2 TELETEST. TECNICA ULTRASONICA DE LARGO ALCANCE PARA EVALUACION DE INTEGRIDAD DE CAÑERIAS.

Este sistema *ultrasónico* permite detectar con gran exactitud (el rango de sensibilidad es del 3 % del espesor de pared) pérdidas de espesor interiores o exteriores en las paredes de cañerías en diámetros de 2" a 48". Se utiliza para la detección de corrosión/erosión en cañerías, gasoductos, en explotaciones petroleras y de gas, refinerías, plantas químicas y petroquímicas, usinas termoeléctricas, cruces de calles, etc.



La mayor ventaja de este sistema es que permite determinar la existencia de corrosión en tramos de hasta 30 metros de cañerías aisladas o sin aislamiento, cañerías enterradas, cruces de calles, etc., todos lugares de difícil o imposible acceso.

Para efectuar los ensayos se coloca un anillo de transductores por medio de una abrazadera en la cañería a inspeccionar . El transductor envía una onda paralela al eje de la cañería en una sola dirección y que tiene un alcance de hasta 30 metros.



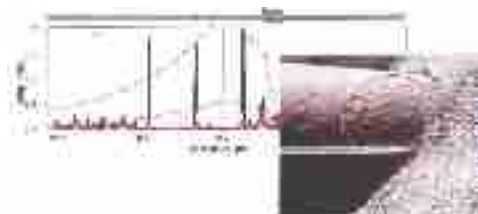
2.3 GUL WAVE MAKER. CHEQUEO DE INTEGRIDAD DE CAÑERÍAS MEDIANTE ONDAS ULTRASONICAS GUIADAS DE LARGO ALCANCE.

El equipo, por medio de un anillo de transductores, genera ondas ultrasónicas que son enviadas en dos direcciones paralelas al eje longitudinal de la cañería.

De esta manera se examinan tanto el exterior como el interior de la cañería hasta 15 metros a cada lado del anillo de transductores. El equipo analiza el rebote de la onda y permite detectar corrosión, erosión, etc., tanto en su ubicación como magnitud, en cañerías de \varnothing 2" a 36".



La superficie de la cañería donde se coloca el instrumento no requiere preparación especial y el resto de la cañería puede estar aislado, enterrado, etc. por lo cual se puede inspeccionar las cañerías en lugares inaccesibles a elevadas temperaturas y sin sacarlas de servicio.



Los resultados de la inspección pueden ser visualizados en forma inmediata en el display de una laptop conectada a los instrumentos, almacenados en la laptop y/o impresos para su posterior análisis.

2.4 C - SCAN 2000. INFORMACION SOBRE ESTADO DE REVESTIMIENTOS DE CAÑERIAS ENTERRADAS, UBICACION Y MAPEO ASISTIDO POR GPS.

C-Scan es un equipo portátil a batería con un sistema computarizado de recolección de información que utiliza tecnología electromagnética para obtener con exactitud información sobre ubicación de cañerías, gasoductos y oleoductos enterrados y sobre el estado de la protección anticorrosiva.



Permite además ejecutar mapas de ubicación de gasoductos y oleoductos enterrados utilizando un GPS externo. No se requiere contacto físico con las cañerías.

Permite además ejecutar mapas de ubicación de gasoductos y oleoductos enterrados utilizando un GPS externo. No se requiere contacto físico con las cañerías.

Relacionando la información sobre el estado de la protección anticorrosiva con

otros datos disponibles se puede establecer la posibilidad de la ocurrencia de problemas reales de corrosión.



La sistematización de la información obtenida a través de C-Scan permite establecer tendencias y definir programas de inspección y mantenimiento (Pipeline Integrity Data Management Programs).

La inspección se puede realizar a través de todo tipo de cobertura sobre la cañería enterrada: tierra, arena, hielo, agua, nieve, asfalto, concreto, etc.

El sistema C-Scan permite detectar fallas en los recubrimientos de hasta 1 mm². y es totalmente transparente e inocuo con respecto al medio ambiente.



2.5 SERVICIO DE INSPECCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAJE

MQS ofrece un servicio de inspección y de ingeniería que permite garantizar la integridad, confiabilidad y seguridad en las operaciones con tanques de almacenaje utilizando las más avanzadas técnicas de inspección en cumplimiento de las normas API 650, 653, 620, 575, AWWA D 100, UL 142 y CFR 60.



La acción conjunta de sus ingenieros y técnicos especializados y los más modernos equipos permiten desarrollar un programa integral de inspecciones y mantenimiento en pisos, paredes, techos, fundaciones, cañerías y accesorios de tanques de almacenaje en forma precisa y en tiempos reducidos.

Un programa típico constaría, entre otras, de las siguientes tareas:

- Inspección ocular de los tanques a fin de determinar en una primera aproximación el estado de las fundaciones, soldaduras, cuerpo, piso, techo, recubrimientos, accesorios, sellos etc., ensayos a realizar, técnicas a utilizar, procedimientos, etc., a fin de asegurar el cumplimiento de los códigos aplicables. En caso de existir sospechas, se realizarán ensayos

especiales para detectar posibles pérdidas en el piso.

- Realización de ensayos tipo "Magnetic Flux Exclusión" (pisos) y ultrasónicos B y C Scanners y "Remote Ultrasonic Tank Crawlers" (paredes) a fin de determinar con precisión el estado de los pisos, paredes laterales, techos y accesorios.
- Determinación de posibles asentamientos en las bases de los tanques.
- Evaluación de pinturas y recubrimientos.
- Elaboración de croquis, planos, informes, recomendaciones de mantenimiento y un programa de inspecciones.

2.6 OTROS INSTRUMENTOS NO DESTRUCTIVOS

Boroscopio Serie 123000: La Tecnología Más avanzada. El Funcionamiento Más confiable. Los boroscopio de ITI conducen la industria con las imágenes ópticas más claras, las características más innovadoras, y la formalidad rentable, superior más grande en el mercado hoy.



FibroscoPIO las series 127000: Ofrece acoplamiento en el diseño Protecht®: protección sin igual del alcance. Esta patentado, es innovador y lleva varios años encabezando la competencia



El probador industrial del escape y del flujo de la solución NEMA-4 de TME: El probador industrial del escape y del flujo del multi-puerto de la solución de TME de la electrónica de TME es la caja fuerte NEMA-4 para los ambientes industriales, con usos en la aplicación, y las industrias componentes automotoras



ZonicBook: El sistema de Adquisición de datos el ZonicBook con software del EZ-Analista permite que ustedes registren, aparatos de lectura, que analicen la vibración de los datos acústicos en tiempo y dominio de la frecuencia. ZonicBook proporciona la exhibición en tiempo real de hasta 16 canales, incluyendo las exhibiciones en tiempo real de FFT



Etapa Lineal de Posición del Grupo Del Movimiento De Bayside: Las etapas de colocación micro de la serie micro ofrecen un diseño discreto para los usos sensibles del espacio y los cojinetes de rodillo cruzados precisión para las altas exactitudes y la capacidad de repetición excepcional. Su servomotor con la etapa "listo-a-monta" el montaje y el acoplador del motor. Disponible en una variedad de anchuras



Los dispositivos de entrada avanzados, inc. Memtron: En el teclado del panel plano la serie de PanelKey se diseñan para resolver requisitos ásperos. Los usos típicos incluyen: equipo del control de proceso; equipo médico; instrumentos del laboratorio; instrumentos de la prueba y de la medida; sistemas de los puntos de ventas; e industrias, negocio y equipo educativo.



Membrana de Memtron: Los interruptores de membrana de Memtron son de bajo costo, versátil y una tecnología confiable. Combinan capas de poliéster (ANIMAL DOMÉSTICO) y los pegamentos basados de acrílico con los circuitos conductores imprimibles y los recubrimientos gráficos, Los interruptores de la pantalla de membrana ofrecen a los reveladores de los sistemas de interfaz humanos de la máquina una alternativa, un interruptor mecánico, ambientalmente robusto.

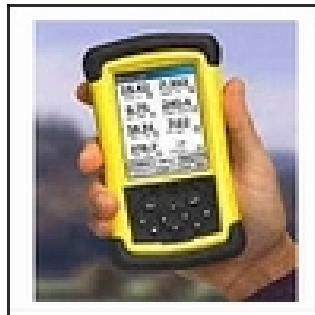


Espectrofotómetro de CM-2600d: el PRIMER espectrofotómetro portable del mundo con el ajuste UV instantáneo. Peso ligero y acuerdo. Aberturas duales (3m m y 8m m). Se realiza como un espectrofotómetro de la tapa del banco. Perfección para los fluorescentes que miden, el papel, los textiles, o cualquier producto con los abrillantadores ópticos.



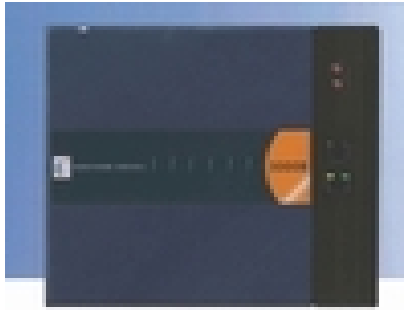
CM-2600d

Instrumento Controlador El regulador rugoso: El sistema se diseña para la confiabilidad absoluta en uniforme, los ambientes más ásperos y controlará toda corriente en los productos En-Situ TROL.



El registrador gráfico de la adquisición de datos de los instrumentos de Eurotherm/Action el 5000B: Se diseña para adquirir, para registrar y para archivar con seguridad datos de proceso. Los datos adquiridos se introducen en la memoria de destello interna, permanente.

Estos datos entonces están archivados, automáticamente o a pedido, sobre la red. El 5000B se puede configurar con integridad primaria y, para otra, una dirección secundaria del servidor para la transferencia automática de los datos para el almacenamiento de larga duración.



El sensor MTI-2000 Fotonic: Es una dislocación, una vibración y un sensor de posición sin contacto, usando estado de la tecnología óptica de la fibra del arte.



El probador no destructivo del escape y del flujo de la SOLUCIÓN de TME
La SOLUCIÓN de TME es un escape y un probador de alta resolución, neumáticos que ofrece el escape no destructivo secuencial del canal concurrente o múltiple del canal uno a cuatro que prueba.



Infrarrojo. M680 - el sensor infrarrojo óptico de la fibra la ultra-precisión, M680 inteligente representa un avance importante en tecnología infrarroja sin contacto de la temperatura. Es el instrumento ideal para una gama de los usos

extensos que requieren la medida exacta de la temperatura en las localizaciones múltiples.



El transmisor modelo de la exhibición de la presión de despegue Es un transmisor de presión diferenciada bajo que las cosechadoras en un recinto un transmisor y una exhibición . Una opción de la salida de la raíz lineal o cuadrada está disponible para la medida y la exhibición de la presión o de la velocidad.



2.7 INSPECCIÓN DE LA TUBERÍA DE ACERO AL CARBÓN

2.7.1 SERVICIOS DE PRUEBA ALEJADOS DEL CAMPO DE LA CORRIENTE DE EDDY.

La técnica alejada de la corriente de Eddy del campo se basa en la transmisión de un campo electromagnético a través del material del tubo. La bobina del excitador genera corrientes de Eddy en la frecuencia baja en la dirección

circunferencial. El campo electromagnético transmite con el espesor y viaja en el diámetro externo. Una bobina del receptor que se coloca en la zona alejada del campo del excitador toma este campo. En esta zona, la fuente actual de la pared domina el campo primario directamente del excitador. La separación entre las dos bobinas es entre 2 a 5 veces la identificación del tubo.

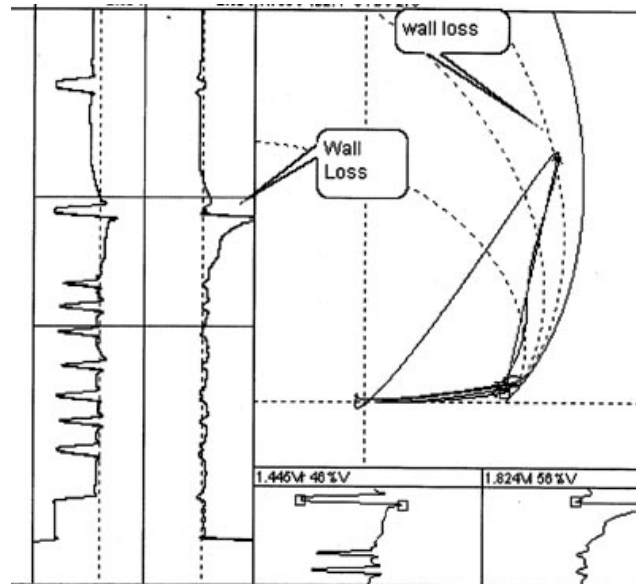
El RFECT es absolutamente eficaz en la inspección de los tubos del acero de carbón, especialmente para la pérdida de la pared. Los hoyos se pueden detectar al usar bobinas diferenciadas, sin embargo, la sensibilidad para la detección del hoyo es limitada. La detección del hoyo requiere un operador experimentado y la sensibilidad puede ser aumentada reduciendo la velocidad del tirón y usando una anchura de banda estrecha del receptor.

La velocidad de la inspección con RFECT es perceptiblemente más baja que ECT convencional. Mientras que ECT convencional se puede realizar fácilmente en una aceleración a 6 ft/seg, RFECT se limita a cerca de 10 pulg/seg. Velocidades más altas del tirón hallarán defectos pequeños y aumentarán ruido de fondo

El apresto del defecto con RFECT se hace usando el Voltaje-Plano curva (el cuadro 1). Estas curvas se utilizan para clasificar pérdida de la pared del tubo. Las curvas relacionan profundidad del defecto, longitud del defecto, y la circunferencia del defecto con la fase de la señal alejada del campo en el canal absoluto. Usando estas curvas un operador experimentado puede determinar el grado circunferencial (grados), por ciento de profundidad y la longitud de la pérdida de la pared. El apresto de la profundidad del hoyo es realizado desarrollando fase contra curvas de la profundidad en el canal diferenciado.

La permeabilidad del material es otra variable que puede influenciar la inspección de RFECT. Esto es especialmente verdad en los tubos estirados en frío del acero de carbón SA179 donde los cambios de la permeabilidad a lo largo de la longitud del tubo se pueden confundir fácilmente como pérdida y el

resultado de la pared en llamadas falsas .Los aceros rodados calientes del SA 214 no presentan este problema Desde que el RFT depende de varias variables que incluyen la frecuencia, tire de velocidad, ancho de la banda, la permeabilidad del material, lo más importante es que el operador está familiarizado con todas aquellas variables para perfeccionar la inspección.



Cuadro 1. Las curvas planas del voltaje usadas para el mostrar pérdidas en las paredes tubos de acero al carbón

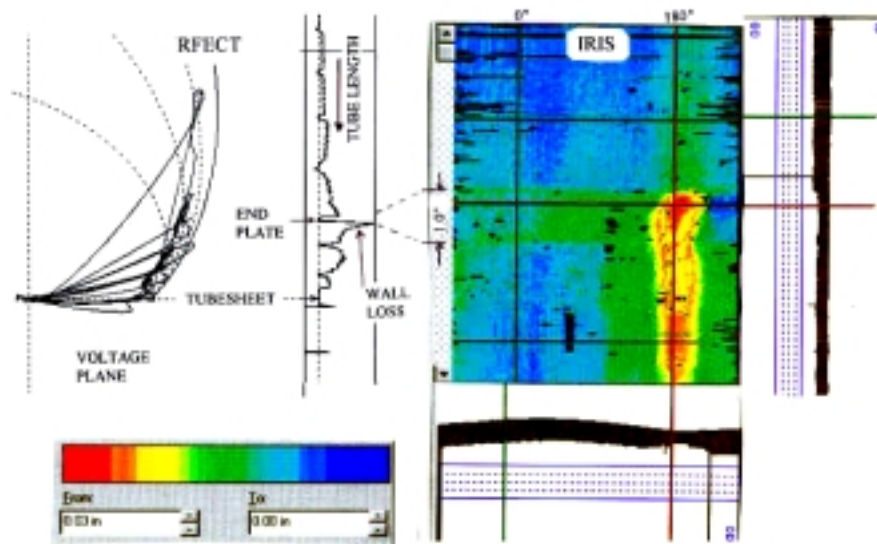
2.7.2 DIAFRAGMA ULTRASÓNICO

El sistema rotatorio interno ultrasónico de la inspección (DIAFRAGMA) se basa en el principio del espesor que mide usando ondas ultrasónicas. La punta de prueba del DIAFRAGMA consiste en un transductor ultrasónico que se alinea en la línea central del tubo y del incidente en un espejo que rota. El espejo refleja la viga en la dirección radial mientras que rota en el tubo. La punta de prueba del DIAFRAGMA explora la circunferencia entera del tubo mientras que se saca del tubo. La exhibición del DIAFRAGMA incluye la sección representativa del tubo y C-explore del tubo (véase el cuadro 2).

El método del DIAFRAGMA se utiliza sobre todo para la inspección de los tubos del acero al carbón y se utiliza a veces en los tubos no-ferromagnéticos para la verificación del defecto. El método es muy exacto para la medida del espesor así como la detección de hoyos y la identificación del OD. El DIAFRAGMA, sin embargo, hallará agujeros de alfiler y las grietas. El método es también lento con las velocidades de la inspección limitadas a 3 pulgadas/seg. (75mm/sec). Debido a la inhabilidad del acoplador del agua que mantiene durante la longitud entera del tubo, la técnica no da lugar a 100 por ciento de cobertura. Algunas áreas pueden ser halladas. Se requiere también una buena limpieza antes de la inspección. La limpieza incorrecta dará lugar a áreas sin inspeccionar.

Mientras que el tubo consigue el grande, la diferencia del tiempo entre las señales de la identificación y del OD consiguen más pequeña. Esta diferencia del tiempo alcanza un límite para no poder resolver las señales de la identificación y del OD. El nivel mínimo de la medida Una de las limitaciones del DIAFRAGMA es el espesor mensurable mínimo.

del espesor depende del material del tubo (velocidad ultrasónica) y de la aspereza superficial del tubo. En general, para los tubos en servicio del acero al carbón, el espesor debajo de 0.035 pulgada no puede ser medido. El límite del espesor para los tubos (lisos) nuevos puede ser tan bajo como 0.025 pulgada.



Cuadro No 2. REFECT- Diafragma Correlación en tubos 51 – 43
 REFECT detecta perdidas por debajo de las paredes adyacentes al sitio del ensayo.(sitio de soporte # 3).

2.8 INSPECCIÓN DE LA CORRIENTE DE EDDY

La inspección de la corriente de Eddy se basa en los principios de la inducción electromagnética. La inspección de ECT se utiliza para detectar y para clasificar defectos en tubería. La prueba convencional de la corriente de Eddy se utiliza para la inspección de la tubería no-ferromagnética tal como acero inoxidable, latón, aleaciones del cobre-níquel, titanium, etc.

NDE Associates, Inc. conduce la inspección de ECT usando 4 frecuencias en modos diferenciados y absolutos. El modo diferenciado detecta hoyos y las grietas y el modo absoluto detecta pérdida gradual de la pared. La prueba de múltiples frecuencias se hace por dos razones:

1. para distinguir entre los defectos y los depósitos metálicos. Esto es esencial porque los depósitos metálicos pueden producir las señales de la corriente de

Eddy que se asemejan a señales del defecto. La resolución incorrecta de señales dará lugar a tapar tubos innecesarios.

2. para detectar defectos debajo de las placas de ayuda. Esto se hace usando una mezcla de dos frecuencias para cancelar la señal de la placa de ayuda y para detectar defectos debajo de la placa de ayuda. NDE Associates, Inc. utiliza la máquina de la prueba avanzada de la corriente de Eddy - el TC 5700 hizo por RDTech, Canadá. La máquina es capaz de conducir una prueba de múltiples frecuencias y de permitir una velocidad del tirón de 6 pies de /sec Calibración

La calibración de la corriente de Eddy se realiza en un estándar de ASME. El tubo de la calibración tiene cinco defectos: 100%, el 80%, el 60%, el 40% y el 20% profundos. Estos defectos se utilizan para establecer la curva de la profundidad para el apresto del defecto.

Informes

Los informes de ECT se presentan en dos formatos: un formato tabular y un formato gráfico. El formato tabular presenta los resultados en cada tubo. Esto incluye el número del tubo, el voltaje de la señal, la fase de la señal y la profundidad estimada. El informe gráfico es un mapa del tubo metálico del intercambiador de calor con los defectos demostrados en los colores que representan cinco diversas gamas de la profundidad del defecto.

Evaluación de los asociados de NDE, inc. de EPRI.

En 1998, NDE Associates, Inc. participaron en una prueba redonda del robin conducida por EPRI. Las pruebas fueron conducidas en maquetas del intercambiador de calor con defectos conocidos. Cinco diversos sistemas fueron evaluados en cuatro diversos materiales del tubo. Tipos de defectos hoyos incluidos, grietas, el raro desgaste del tubo, desgaste del interior del tubo, canales y piezas sueltas del tubo.

2.9 LA PRUEBA DE LA CORRIENTE DE EDDY EN LOS TUBOS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR ES FÁCIL

A EPRI clasificaron a los asociados de NDE para tener el funcionamiento más alto de la detección

Material Del Tubo	Detectabilidad
Acero Inoxidable 304	91 %
Titanio	98 %
Cu-Cu-Ni 90-10	91 %
Latón Del Ministerio de marina	92 %

Todo lo que usted hace es tirar a la punta de prueba a través de un tubo y usted consigue una señal única de cada defecto. La figura de acompañamiento demuestra las señales a partir de cinco defectos en un tubo de la calibración de ASME: a través del agujero de la pared, de hoyos de 80 por ciento, de 60 por ciento, de 40 por ciento, y de 20 por ciento O.D., y de una abolladura.

En la porción del plano de la impedancia en la izquierda de este diagrama, la abolladura es la señal que es casi totalmente horizontal. En la representación de la carta de la tira a la derecha, la carta de la tira a la izquierda es la horizontal y a la derecha está la vertical.

Mientras que la punta de prueba se tira a través del tubo, primero pasa la abolladura. La señal que resulta se considera sobre todo en el canal horizontal. Los defectos siguientes que se pasan en secuencia son el agujero, en cerca de 45 grados en el plano de la impedancia, y después el aumento de la dirección sabia del reloj, de los hoyos de 80, 60, 40, y 20 por ciento. La profundidad del defecto se puede determinar por el ángulo de la señal. También, el volumen total del defecto se puede determinar aproximadamente por la amplitud de la señal.

¡ES FÁCIL!

Algunos controles se deben fijar correctamente para dar lugar a las señales que aparecen. El control de la fase se utiliza para rotar el grupo entero de señales. El control de la fase se utiliza para fijar la señal de la abolladura de ser horizontal. (es la preferencia y la recomendación del autor fijar la señal de la abolladura horizontal, pero otros esquemas trabajarán.) El control del aumento se utiliza para ajustar la amplitud de las señales. Un buen punto de partida es ajustar el agujero directo de la pared para ser aproximadamente la mitad del tamaño de la pantalla.

Realmente, el ajuste más crítico es la selección de una frecuencia de inspección apropiada, y convenientemente, esta información está disponible en el Web mundial en <http://www.eddy-current.com/contable.htm>

Si su espesor específico de la aleación o de pared del tubo no está en la tabla, entonces una fórmula para calcular la frecuencia está disponible en <http://www.eddy-current.com/conform.htm> y una lista de conductividades eléctricas está disponible en <http://www.eddy-current.com/condmat.htm> busca el siguiente en esta serie de prueba actual entitled "Eddy de los artículos del intercambiador de calor que los tubos no son absolutamente fácil".

3. EQUIPO DE ENSAYO

En la refinería de Cartagena se está utilizando un equipo para el mantenimiento de los intercambiadores de calor de tipo casco y coraza, este equipo es el **MIZ 40**, el cual funciona por corrientes de Eddy.

El **MIZ 40** consta de una probeta que se hace pasar por el interior de cada tubo, a medida que va pasando por los tubos, él va arrojando señales de acuerdo a los defectos que encuentra.

Texto de manual.

3.1 MIZ-40 EJEMPLO DEL DEFECTO DE LA TUBERÍA (CON LA AYUDA DE SUPRESIÓN).

Prueba : Cat. No 760 – 1102 Parte No A – 620 LC (usar 2) punta de prueba diferenciada de la bobina. Frecuencia: rango 50 – 400 Khz.

Prueba estándar:

¾" x 0.49" WT 304 el espesor del acero inoxidable ASME Sec XI Tuberia estandar y ¾"x0.49 de acero inoxidable y de pared 304 estandar de la tubería.

conecte 1 prueba (la probeta) al conector del instrumento etiquetado de las "BOBINAS A&B". Conecte la punta de prueba restante (la probeta de referencia con el conector del instrumento etiquetado ""BOBINAS A&B"

1. Fije la frecuencia de los canales 1.2.3 y 4, fase, aumento, voltios de division y pruebe los conductores como cuadros demostrados del un 1.2.3, y 4

2. Fije las muestras, en segundo lugar en 500

3. encienda el tester (on)

4 Precione Null

5. Ponga la punta de prueba de referencia en un área libre del defecto del estándar de la pared

6 Ponga la punta de prueba en un área libre del defecto del estándar de ASME

7. Tire de la punta de prueba más allá de todos los defectos en el estándar de ASME. Refiera MIZ-40 a la guía de funcionamiento, sección 10.13, "realizando una mezcla".

8. después de realizar la mezcla de la supresión, coloque simultáneamente el soporte aproximadamente a 250" del centro del 40% del defecto en el estándar de ASME

9. Tire de la punta de prueba más allá del área del anillo de la ayuda del estándar de ASME.

Note la distorsión en el ángulo de la fase de los canales puros contra el canal de la MEZCLA demostrado en el cuadro 6

10 Ponga la punta de prueba de la referencia dentro del estándar del defecto de ASME con las bobinas en un área libre del defecto.

11. Ponga la punta de prueba dentro del estándar de la pared con las bobinas en un área sin defecto

12. Encienda e tester (on)

13. Presione NULL

14. El ajuste del aumento y de la fase según lo demostrado en el cuadro 7 en el canal # 4.

15 Tire de la punta de prueba más allá de los tres (3) defectos que enrarecen de la pared en el estándar.

Figure 1 MIZ-40 w/ASME Standard
Channel 1

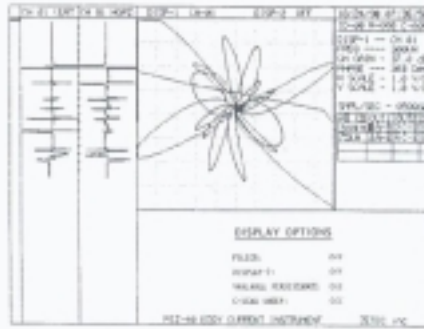


Figure 2 MIZ-40 w/ASME Standard
Channel 2

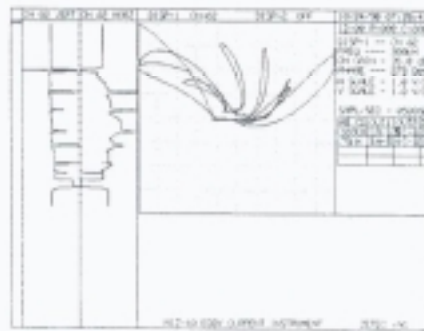


Figure 3 MIZ-40 w/ASME Standard
Channel 3

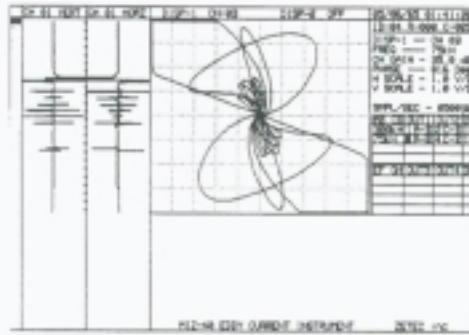


Figure 4 MIZ-40 w/ASME Standard
Channel 4

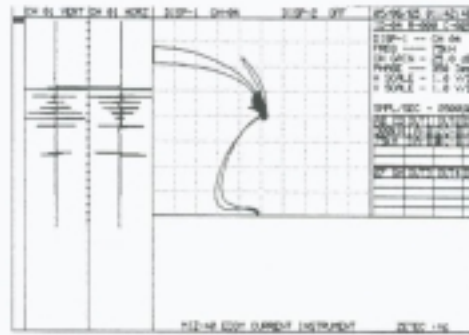


Figure 5

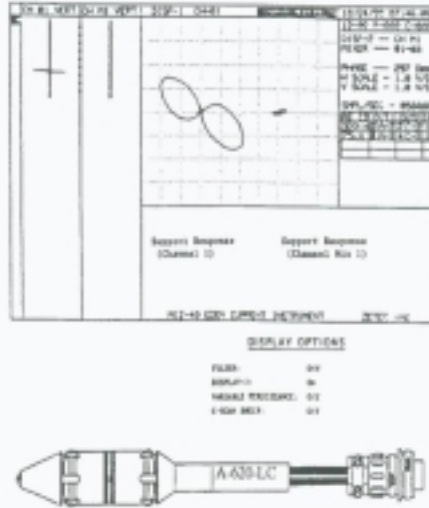


Figure 6

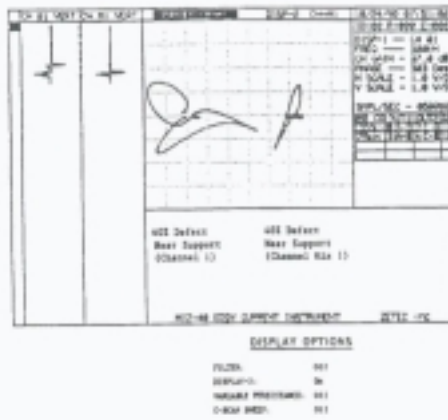
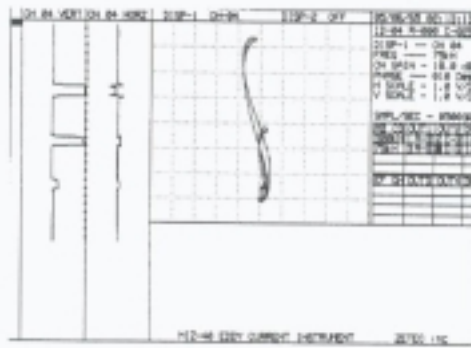
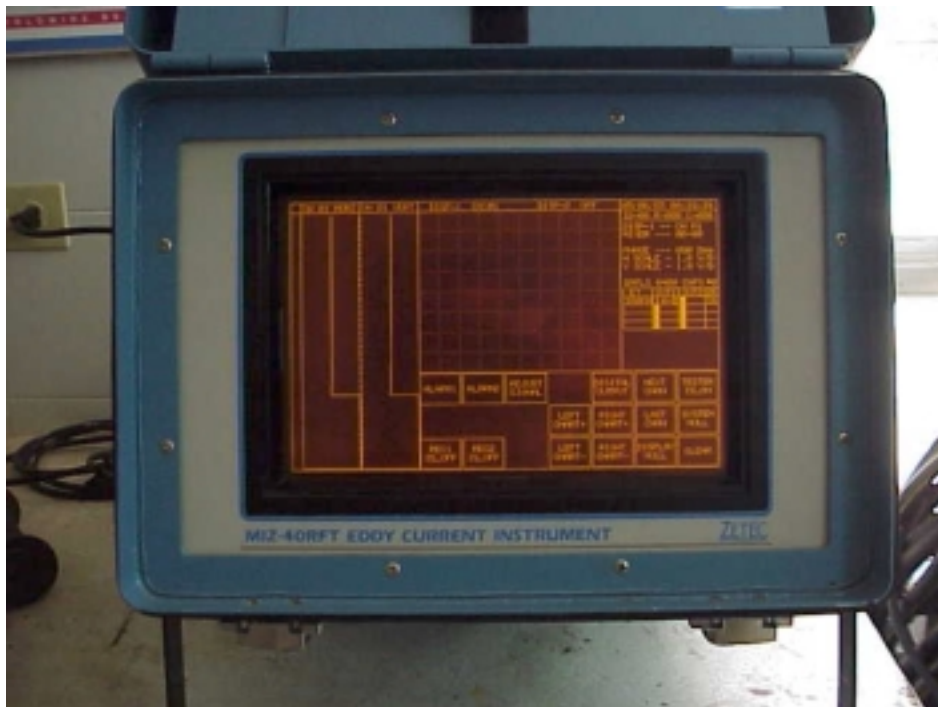


Figure 7 Channel 4



3.1.1. FOTOGRAFIAS DEL MIZ 40







CONCLUSIÓN

Después de haber indagado en los ensayos no destructivos se puede afirmar que el mantenimiento predictivo en los equipos es muy importante debido a que existe tanta tecnología moderna que nos detectan con facilidad los defectos que presentan los elementos de equipos en general.

Se puede observar que todos los equipos que tengan tuberías en su estructura pueden ser mantenidos con estos ensayos, incluso tuberías subterráneas lo cual nos quiere decir que el mantenimiento predictivo no tiene límites.

Empresa que hoy en día tenga dentro de su mantenimiento ensayo no destructivos por corriente de Eddy como algunos de los tratados en este proyecto tiene garantizado en un buen porcentaje que no tendrá pérdidas por fallas en sus equipos estáticos.

BIBLIOGRAFÍA

Zetec, Inc. Your partner in Eddy current.

Probe Kit Guide.

11 July 1991.

Robert C. McMaster . Nondestructive Testing Handbook.

Edited by for the American society for nondestructive testing. By Robert C. McMaster.

Radi Pulido, Salin. Mantenimiento Predictivo, Termografía.

Editorial. UIS, CUTB. Bucaramanga 1999.

Garcia Castro, Alfonso. Mantenimiento Predictivo, Vibraciones Mecánicas.

Editorial. UIS, Bucaramanga 1999.

Burbano Julio, conferencias del Minor, módulo: Mantenimiento de intercambiadores de calor, Cartagena 2004

Páginas web

www.globalspec.com

www.can.ltd.uk/ndt.htm

www.corporex.com.ar/_mqs.htm

www.Cooperheat_mqs.co

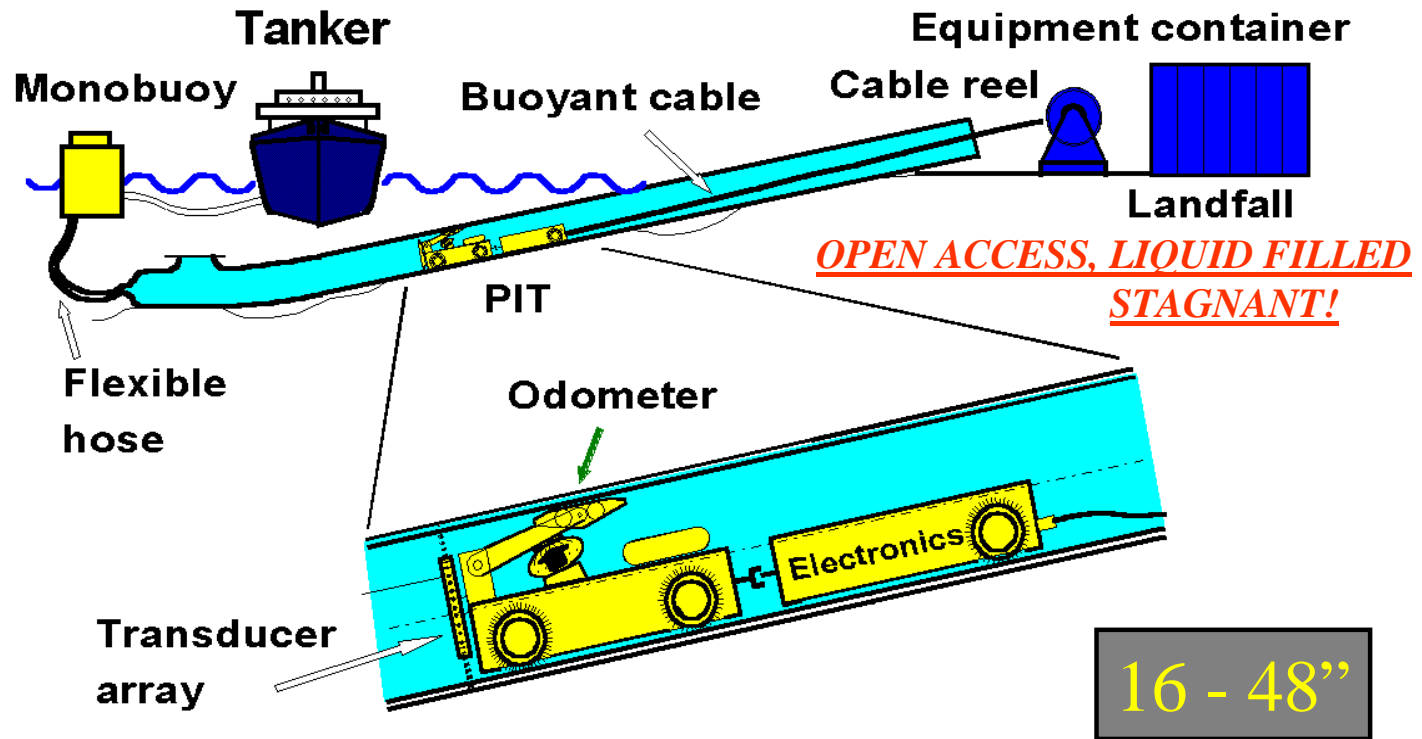
ANEXOS

**Inspection of “un-piggable”
pipelines**
Experience History & Future

RTD

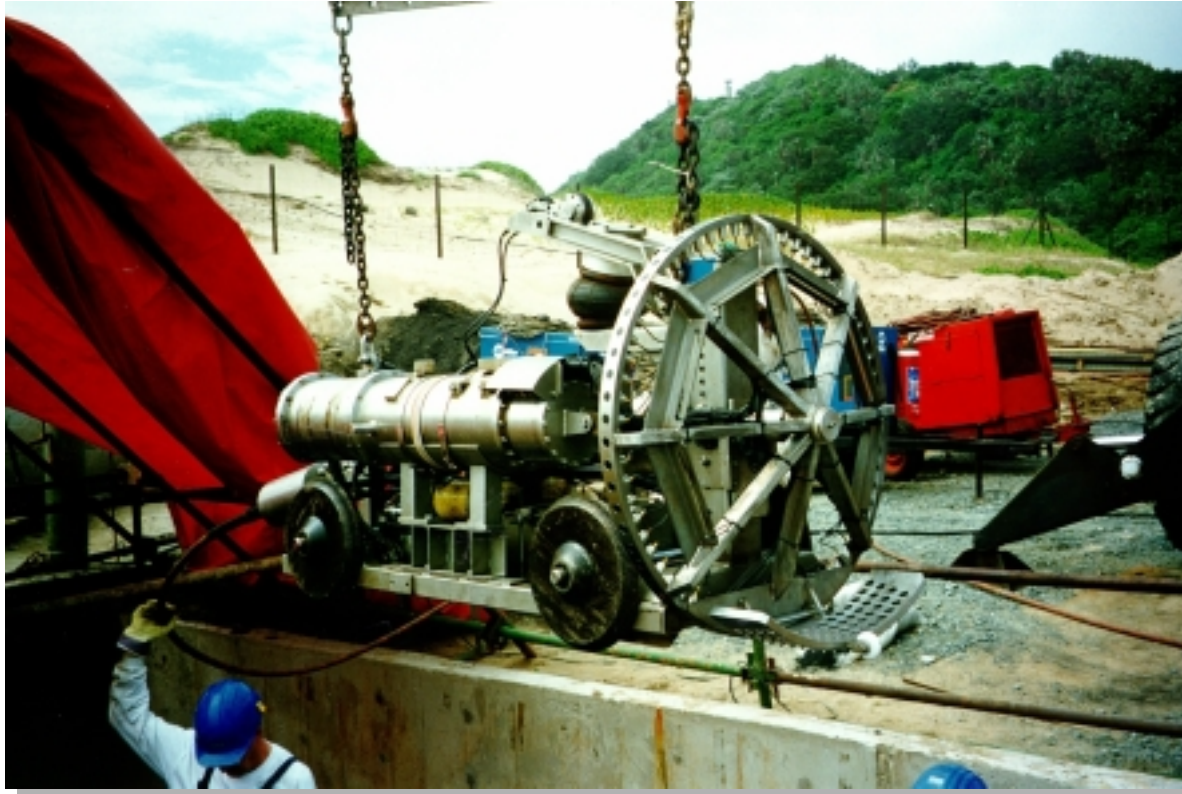
Rotterdam, The Netherlands

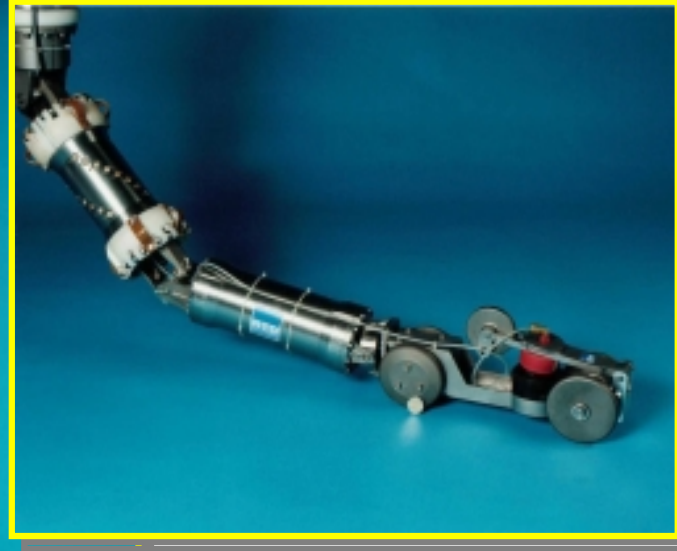
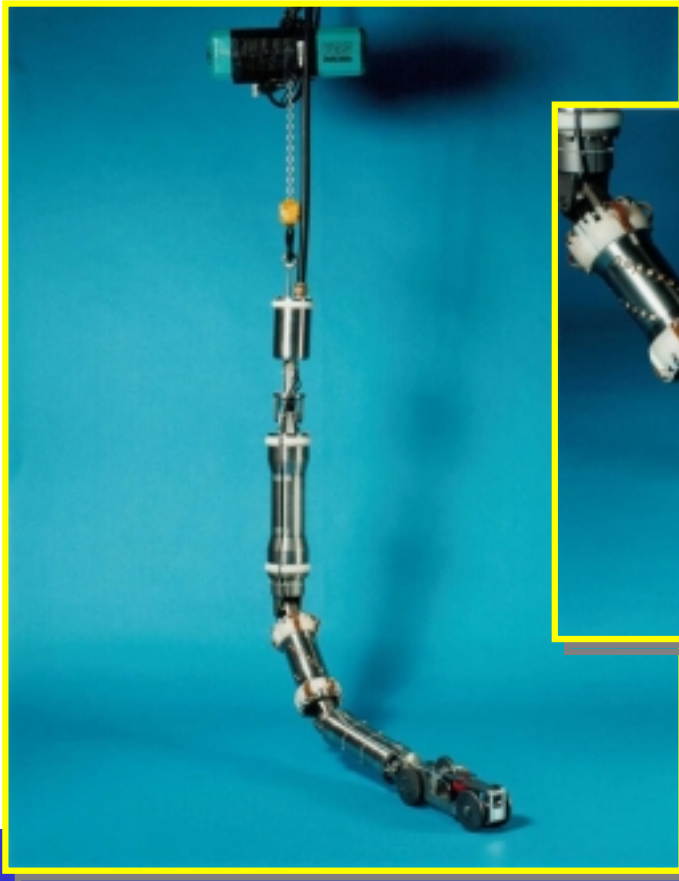




Application of crawler PIT for inspection of (off)-loading pipeline

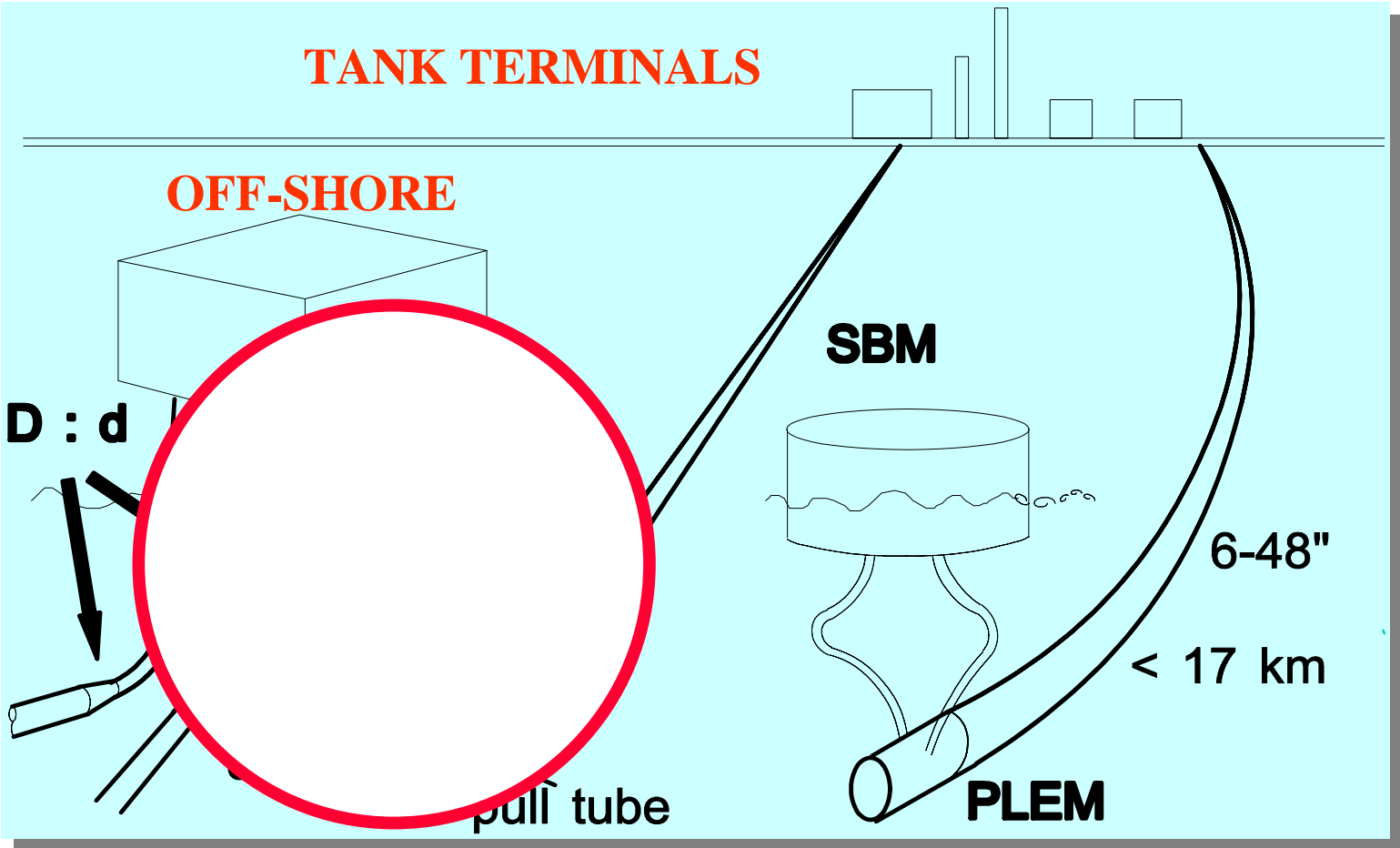
PIT in 40" configuration

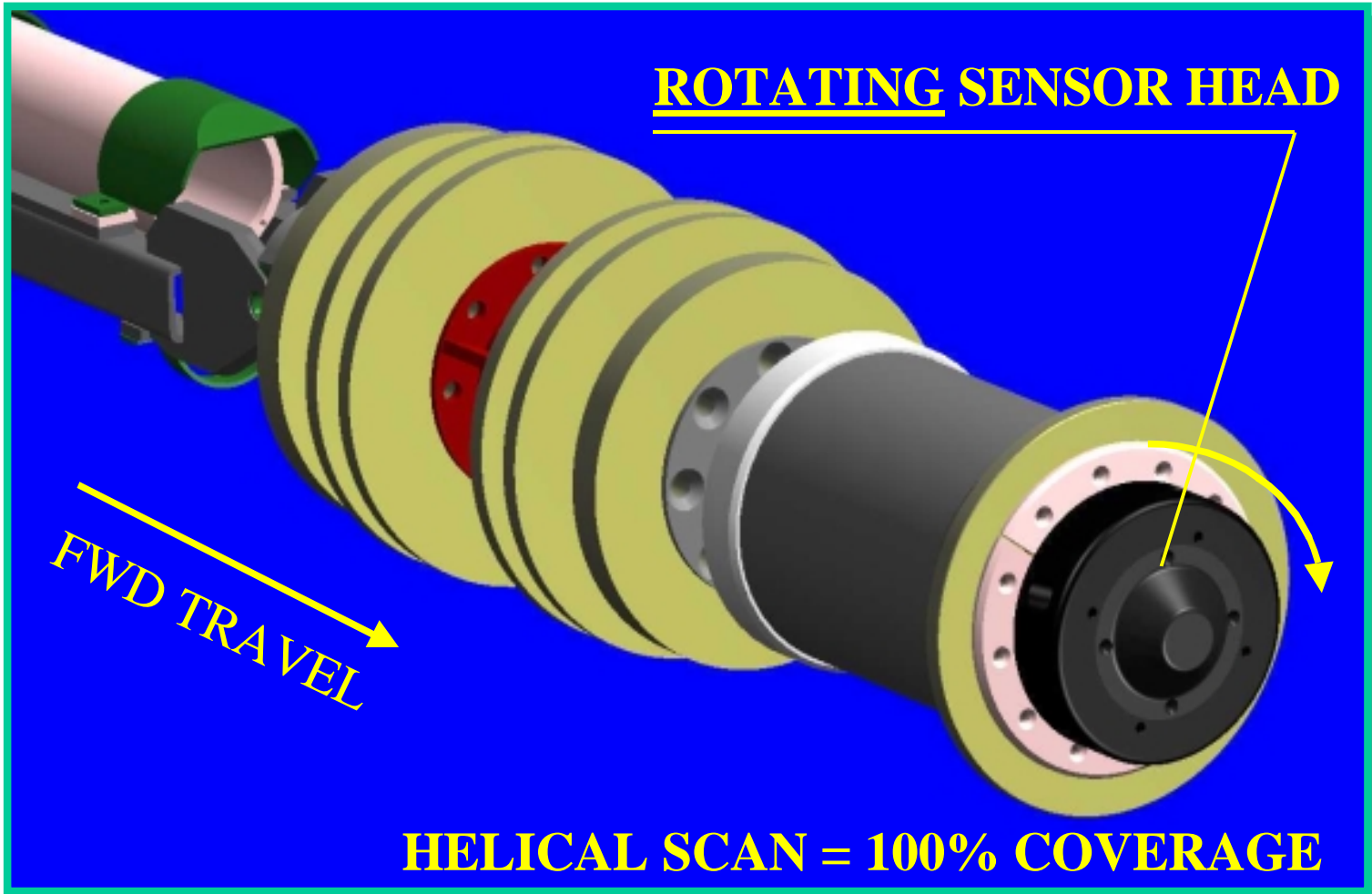




New possibilities in risers

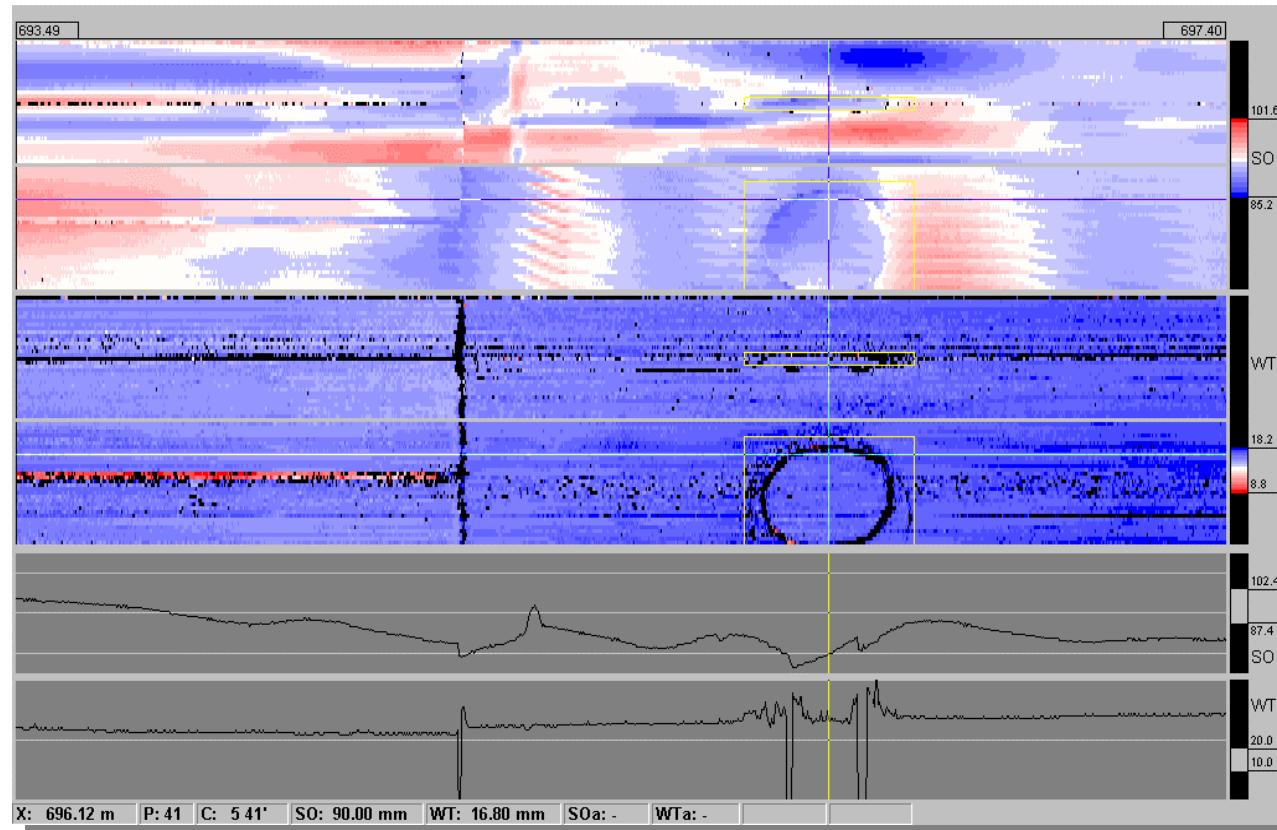
Examples of more complex geometries





ROTOPIT Characteristics

Example of PIT inspection reporting



Plot of attachment to the pipeline at 696.12 mtr.

Pump-PIT



Solution for smaller diameters: PumpPIT



Merits:

LIQUID PROPELLED

Diameter Range : 6'' - 16''
Distance : Up to 10 km
Min. Bend Radius : 1.5D to 5D

UT Technique:

32 to 64 transducers
equidistantly divided

PIT Tranducer array



PIT in 32'' configuration



Launching without a launch tray



PORTABLE!!

Umbilical

Hoist

**Multi-channel
UT unit and
result display
computer**

Odometer

**Electronics
module**

**Transducer
module**

RISER INSPECTION



