

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 409**

51 Int. Cl.:

B08B 9/055 (2006.01)

F16L 55/38 (2006.01)

G01M 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2007** **E 07018690 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016** **EP 2039440**

54 Título: **Cepillo mecánico de tubería de conducción y procedimiento de monitorización de una tubería de conducción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2017

73 Titular/es:

COKEBUSTERS LIMITED (100.0%)
Cokebusters Technology Centre The Armoury
Building BAE/Airbus Estate Aviation Park -
Hawarden Airfield, Flint Road
Chester, Cheshire CH4 0GZ, GB

72 Inventor/es:

PHIPPS, JOHN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 603 409 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cepillo mecánico de tubería de conducción y procedimiento de monitorización de una tubería de conducción

La presente invención se refiere a mejoras en o relacionadas con cepillos mecánicos de tuberías de conducción.

5 El término cepillo mecánico es utilizado para referirse a unos dispositivos que se hacen pasar a través de tuberías de conducción o tuberías ya sea para limpiar las tuberías de conducción o para monitorizar las superficies internas y el grosor de los conductos o tubos y para la separación de un producto dentro del conducto o tubo. La presente invención se refiere en concreto a unos cepillos mecánicos que pueden ser utilizados para inspeccionar tuberías de conducción o tubos desde el interior para controlar los depósitos y las imperfecciones e irregularidades de las paredes de las tuberías de conducción o de los tubos. La invención proporciona también un sistema integrado en el que los conductos o tubos pueden ser limpiados de manera secuencial con un cepillo mecánico de limpieza y a 10 continuación inspeccionados con un cepillo mecánico en el que se utiliza una fuerza de accionamiento común para accionar ambos tipos de cepillo mecánico a través de las tuberías de conducción o del tubo.

15 Aunque la invención es particularmente útil en tuberías utilizadas en hornos de refinado de petróleo para transportar hidrocarburos sometidos a altas temperaturas, también puede ser utilizada en conexión con otros conductos y tuberías.

20 Los sistemas de tuberías en hornos de refinado como por ejemplo en la destilación de crudo de petróleo, temodesintegradores de vacío, visorreductores, coquizadores retardados y similares típicamente presentan una vía sinusoidal a través del horno para optimizar la exposición de los contenidos del tubo al calor; esto frecuentemente se designa como que la bobina del horno es una serpentina. En un horno típico o calentador con llamas del proceso el producto destinado a ser tratado generalmente pasa por abajo a través del sistema de tubos y en algunos hornos la sección inicial de la tubería está compuesta por una sección de tubería estrechamente compactada en la que la temperatura del producto destinado a ser tratado es elevada a la temperatura de tratamiento mediante calentamiento por convección. Típicamente, el producto precalentado pasa, a continuación, hacia abajo hasta una sección inferior de la tubería en la que hay más espacio entre las longitudes de la tubería y, en esta sección, los tubos son calentados por calor radiante. Típicamente, en ambas secciones el tubo del horno calentador con llamas del proceso se compone de unas secciones rectas unidas por unas secciones de curvas semicirculares conocidas como curvas en u. 25

30 Con el fin de conseguir una operación eficiente y segura de dicho sistema tubular, es importante que los tubos sean periódicamente limpiados y liberados de depósitos y también sean inspeccionados para asegurar que las paredes del tubo estén libres de depósitos no deseables, de las anomalías y / o degradación del estado material del tubo. Hasta ahora dichas inspecciones se han llevado a cabo en línea mediante unas ventanas de visualización del horno y / o durante el cierre del horno mediante el uso de una diversidad de técnicas manuales utilizadas sobre la superficie externa limpiada de las paredes del tubo. Todos estos procedimientos presentan limitaciones en cuanto a su utilidad llevan tiempo y son costosas. Así mismo, cuando un horno contiene tuberías estrechamente compactadas, lo que generalmente es característico de la sección de convección de los niveles más altos, la inspección visual y manual de los tubos es imposible. Por consiguiente, puede ser necesario sustituir esa sección de la tubería de acuerdo con la duración de garantía proporcionada por el suministrador lo que puede traducirse en una sustitución innecesaria de la tubería y también en una parada del horno innecesaria y costosa. 35

40 En otra forma de realización de la presente invención, la inspección de un tubo o tubería se lleva a cabo secuencialmente después de la limpieza de superficie interna del tubo o tubería. Tradicionalmente, los tubos de trabajo del horno han sido limpiados / descoquificados utilizando el procedimiento conocido como "descoquización con aire de vapor". Más recientemente, desde la mitad de los años 90, ha venido alcanzando aceptación en refinerías de petróleo alrededor del mundo, la descoquización mecánica o descoquización por cepillos mecánicos, sustituyendo ampliamente la práctica de la "descoquización por aire de vapor". La descoquización mecánica se lleva a cabo impulsando un cepillo mecánico abrasivo o raspador a través del conducto o tubo para raspar los depósitos desprendiéndolos de la superficie interna del conducto o tubo. Esto puede llevarse a cabo impulsado el cepillo mecánico abrasivo a través del tubo aplicando una presión de fluido como por ejemplo una presión hidráulica. Por ejemplo, una unidad de limpieza con unos tanques y unas bombas de agua pueden ser conducidas hasta una refinería, enlazadas con la tubería dentro de un horno de refinería para montar un circuito a través del cual el cepillo mecánico de limpieza pueda ser impulsado aplicando una presión hidráulica para que los residuos producidos por la operación de limpieza sean eliminados del sistema de tubería entre el flujo del agua y puedan ser separados del agua para su evacuación. La operación de limpieza puede llevarse a cabo mediante varias pasadas del cepillo mecánico de limpieza que pueden producirse en la misma dirección o en direcciones opuestas. Actualmente, después de la operación de limpieza el sistema de tubería puede inspeccionarse a cabo en una operación separada. 45 50

55 Como se indicó anteriormente es conocido el procedimiento de enviar un cepillo mecánico a través de una tubería de conducción con la finalidad de limpiar cualquier bloqueo en el interior de aquella y eliminar los depósitos no deseados que se hayan formado en su pared interior. Dicho dispositivo encuentra aplicación, por ejemplo, en la industria petrolífera, especialmente en el horno calentador con llamas de limpieza o en los tubos de hornos en una refinería. Los hornos calentadores en llamas de refinería pueden ser sometidos a temperaturas normalmente

superiores a 200° C, y en hornos especiales las temperaturas pueden sobrepasar los 700° C. Dichas condiciones conducen a la formación de depósitos carbonosos (coke) sobre la pared de la tubería de conducción. Un cepillo mecánico puede entonces ser forzado a través de aquella aplicando la presión de un fluido, por ejemplo agua, de manera que los depósitos sean eliminados por fricción cuando el cepillo mecánico raspa a lo largo de la pared de la tubería de conducción. El documento US-A-0 924 158 divulga un cepillo mecánico ejemplar apropiado para esta finalidad. Se puede hacer pasar el cepillo mecánico a través de la tubería de conducción, en una dirección o en dos direcciones, en varias veces para eliminar el coke. La descoquización se lleva a cabo después de que el horno ha sido puesto fuera de servicio y enfriado.

Sin embargo, las condiciones extremas indicadas anteriormente, inicialmente exacerbadas por el flujo de la presión del crudo de petróleo y por las materias primas semirrefinadas (petróleo) a través de la tubería de conducción, pueden provocar elevados niveles de esfuerzo sobre la tubería de conducción. Así mismo, la actividad refinada a altas temperaturas dentro del horno conduce a la separación del crudo del petróleo dentro de sus partes componentes, lo que conduce a la corrosión de la pared del tubo. La descoquización que algunas veces se lleva a cabo mediante vapor o aire puede también conducir a un adelgazamiento de la pared del tubo.

Por consiguiente, se requiere una monitorización regular del estado de los tubos, para asegurar que la limpieza y / o la descoquización ha sido completamente eficaz, y para asegurar que el grosor de las paredes no ha sido materialmente degradado por la limpieza o descoquización o debido a los efectos de la operación del horno en servicio. Si un tubo de horno es fragmentado durante la operación en servicio, esto puede ser extremadamente peligroso pudiendo provocar situaciones potencialmente mortales. De modo similar, si se deja que una tubería de conducción se deteriore más allá de los límites de seguridad, esto puede conducir, en casos extremos, a una fractura, con el asociado tiempo de inactividad no programado costoso y perturbador. Las palabras bruscas pueden también conducir al bloqueo de la tubería de conducción cuando los materiales de trabajo conducidos por aquella se enfrían e incrementan su viscosidad y quizás se congelan.

La monitorización del estado de los tubos o de una tubería de conducción tradicionalmente se lleva a cabo mediante radiografía, monitorización de precisión del flujo y la presión o mediante formación de imágenes térmicas. Sin embargo, cada una de estas técnicas presenta inconvenientes. La radiografía puede llevar mucho tiempo, por ejemplo llevar 6 o 7 días completos para radiografiar un horno entero, y también requiere que el tubo del horno sea limpiado de forma abrasiva sobre la pared exterior para llevar a cabo con éxito la muestra radiográfica. Así mismo, un horno normalmente requeriría un andamiaje interno para hacer posible que se lleve a cabo este trabajo con la consiguiente pérdida de tiempo. La formación de imágenes térmicas generalmente busca manchas calientes como indicación de una contaminación aunque las tuberías de convección apretadamente compactadas no pueden ser inspeccionadas de esta manera. La monitorización se lleva a cabo mientras el horno está en operación, y algunas áreas del tubo pueden no ser visibles desde las ventanas de acceso. Así mismo, el lado lejano de los tubos no puede ser monitorizado mediante esta técnica.

Es también conocido el sistema de disponer un cepillo mecánico enlazado con un equipamiento de monitorización para enviarlo a través de una tubería de conducción en el que la operación de equipamiento es controlada desde el exterior de la tubería de conducción por medio de un cable umbilical, un cable de fibras ópticas, por ejemplo, y en el que las respuestas detectadas por el equipamiento de monitorización de a bordo sean retrotransmitidas a lo largo del cable hasta la unidad de monitorización externa. Sin embargo, dicho cepillo mecánico de monitorización es voluminoso no es capaz de ser utilizado en tuberías de conducción de menos de aproximadamente 15 cm de diámetro, y es incapaz de navegar por cualquier distancia de utilidad a través de una bobina de tubo de serpentina como la que se encuentra en un horno calentador con llamas de trabajo.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un cepillo mecánico de tubería de conducción para, y un procedimiento de, monitorizar una tubería de conducción o bobina de tubo de una manera práctica y en un tiempo récord designada en la presente memoria como "Cepillo Inteligente" abreviado como "IP"(Intelligent Pig). La presente invención, por tanto, proporciona un IP capaz de llevar a cabo inspecciones de tubo y de tubería desde el interior del tubo o conducto que resuelve los problemas expuestos. La presente invención permite también que el IP destinado a ser introducido en el sistema tubular después de la operación de limpieza mediante la sustitución del IP para el cepillo mecánico de limpieza. Esto permite que sea utilizado el mismo sistema de accionamiento hidráulico y control tanto para las operaciones de limpieza como de inspección lo que ahorra tiempo y mejora la eficiencia. Esta ventaja hasta cierto punto se deriva de la capacidad del IP para llevar a cabo su función sin necesidad de contactar con el metal limpio sobre la pared interna del tubo. La señal acústica desde el IP viaja a través del fluido y es reflejada sobre la superficie dura. Esa superficie dura no necesita ser acero limpio. El sistema de ecos de señales suministrado por la presente invención hace posible que el sistema distinga entre acero y coke u otro material que sea acústicamente más blando. Por consiguiente, el IP puede ser utilizado en el curso de la descoquización del cepillo mecánico y es solo necesario establecer una vía de paso expedita para que pueda pasar de extremo a extremo con seguridad el IP.

Esta combinación de descoquización del cepillo mecánico y de inspección del cepillo mecánico por el IP permite que el IP encuentra áreas en las que persista el coke. Esto puede incidir de forma eficaz y valiosa en la descoquización mediante la guía de los operadores de descoquización en áreas en las que persiste la contaminación de coke, ayudándoles al mismo tiempo a evitar las pérdidas de tiempo que suponen las pasadas de cepillos de raspado

cuando no existe coke. Esta combinación de descoquización y de inspección utilizando la misma maquinaria, equipamiento y mano de obra supone un ahorro considerable de tiempo.

5 El IP está provisto de unos manguitos flexibles que ayudan a que el IP pase a través de una bobina de tubo que no está completamente limpiada. Esto limita el peligro de que el IP quede alojado en una bobina de tubo interrumpiéndose su avance debido a la presencia de parches de coke u otra contaminación.

10 La Solicitud de Patente europea 1172155 describe un cepillo mecánico de tubería de conducción de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que es integral, y que lo suficientemente pequeño para pasar a través de tuberías de conducción de taladro pequeño, especialmente de sistemas de tubo de horno en llamas. En un aspecto el documento EP 1172155 proporciona un toro mecánico de tubería de conducción para monitorizar una tubería de conducción desde su interior, comprendiendo el cepillo mecánico una disposición de módulo electrónico, que puede estar encerrado dentro de una carcasa exterior, en el que la disposición de módulo electrónico comprende un transmisor para transmitir señales de monitorización a la pared de la tubería de conducción, una disposición de receptor para recibir las señales transmitidas devueltas a partir de la pared de la tubería de conducción, un microprocesador para analizar las señales recibidas, un registrador de datos para almacenar los datos analizados por el microprocesador, y una fuente de energía eléctrica para alimentar al transmisor, a la disposición de recepción, al microprocesador y al registrador de datos. Los elementos están conectados por cable.

20 El cepillo mecánico del documento EP 1172155 no depende de la alimentación de energía que está por fuera de la tubería de conducción, y es capaz de analizar y almacenar a bordo los resultados de la monitorización para su posterior descarga cuando el cepillo mecánico haya salido de la tubería de conducción y mediante la selección de los componentes adecuadamente miniaturizados de la disposición de módulo electrónico, el cepillo mecánico puede ser fabricado disminuyendo su tamaño para que sea posible que pase a través de los tubos con, por ejemplo, un diámetro inferior a 85 mm. Dado que no hay una necesaria fijación del cepillo mecánico, puede ser cómodamente enviado a través de configuraciones de extremo a extremo de una tubería de conducción contorneada sin el riesgo de enganches.

25 En el sistema el documento EP 1172155 el cepillo mecánico es accionado a través del sistema de tubería por fluido, de modo preferente mediante presión de agua, contra la sección trasera del cepillo mecánico. Esto tiene el inconveniente de que el espacio entre los emisores y los receptores dispuesto dentro del cepillo mecánico para enviar y recibir las señales utilizadas para monitorizar la superficie interna de la tubería pueden ser incoherentes en el sentido de que es un aire dividido y puede también contener algún fluido debido a una fuga del fluido alrededor tanto del cono del morro del cepillo mecánico como de la sección trasera del cepillo mecánico.

Un inconveniente adicional del sistema del documento EP 1172155 es que no permite la combinación de la resistencia y la flexibilidad requeridas para una operación satisfactoria del sistema.

La presente invención proporciona un IP, de acuerdo con la reivindicación 1, que resuelve estos problemas.

35 De acuerdo con la presente invención, el extremo delantero del IP está provisto de un manguito tractor que es un manguito ahusado flexible que captura el fluido de accionamiento para que el IP sea accionado a lo largo del tubo. El manguito tractor se ajusta sin huelgo sobre la carcasa del cepillo mecánico la cual es, de modo preferente, de acero inoxidable. El manguito debe estar dimensionado para que se ajuste sin huelgo hacia arriba contra la pared interna del tubo y esté diseñado para proporcionar una "copa" flexible que se cierre de forma estanca contra la pared interna del tubo con independencia de las imperfecciones anómalas del taladro interno. El efecto de estanqueidad del manguito tractor aumenta cuando aumenta la presión de fluido. La presión llena la copa y fuerza a los bordes flexibles más delgados hasta el interior de la pared del tubo perfeccionando la estanqueidad y provocando que el IP sea controlable y suave en su recorrido. El fluido es, de modo preferente, agua. Este ajuste sin huelgo pero plegable dentro del tubo permite que el manguito se flexione sobre todas las anomalías y pequeñas obstrucciones existentes en las paredes del tubo y al mismo tiempo mantenga una estanqueidad limpia dentro del tubo. El manguito es, de modo preferente, grueso y resistente en la raíz donde está fijado al cuerpo del IP y está ahusado, de modo preferente, de manera uniforme, hasta un punto en que la flexibilidad aumenta cuando el manguito coincide con la pared interna del tubo. Este diseño ayuda a centrar el IP dentro del tubo y también impide el paso del fluido de accionamiento, generalmente agua, que podría detener el avance constante del IP. El IP está también provisto de un disco "en pétalo" para hacer posible que el agua se desborde alrededor del carro acústico y llene los espacios entre las secciones centrales del IP y las paredes internas del tubo o la tubería. Así mismo, los pétalos del disco deben asentarse firmemente hacia arriba contra la pared interna del tubo para asegurar a) la protección contra el impacto del carro acústico, y b) el centrado del carro dentro del tubo o tubería.

Por consiguiente, en una forma de realización de la invención se proporciona un manguito tractor flexible alrededor del morro del IP cuya función es:

- 55
- mantener el IP centrado dentro del tubo o sistema de conductos durante su paso a través del tubo o del sistema de conductos
 - proteger la carcasa que contiene toda la electrónica delicada y sensible al fluido

- promover un desplazamiento suave del IP a través del sistema de tubo que típicamente contiene unas curvas en U de radio corto junto con una diversidad de obstrucciones de la pared interna del tubo como por ejemplo una acumulación de hidrocarburos erráticos, la intrusión de soldaduras y anomalías metalúrgicas y de corrosión.

5 Este diseño mejora también la constancia de la velocidad de desplazamiento del IP cuando pasa a través de una bobina de tubo que ayuda a la monitorización del emplazamiento del IP dentro de la tubería.

Las características clave de los manguitos son:

- durabilidad: que invierte un largo viaje a través de una bobina de tubos con una longitud típica de 1,000 metros
- 10 ▪ plegabilidad / flexibilidad: que permite el paso del IP sobre las asperezas o abolladuras de las obstrucciones
- facilidad de instalación: el IP debe ser capaz de ser utilizado en tubos de diferentes diámetros, actualmente de 88,9 mm a 304,8 mm.

15 Por consiguiente, mediante la provisión de una diversidad de tamaños de manguito, es posible asegurar un ajuste limpio del IP dentro de un tubo de diferentes diámetros. Los manguitos deben ser fáciles y rápidos de cambiar, manteniendo al tiempo la firmeza de la fijación.

Se ha encontrado que el poliuretano es un material particularmente útil a partir del cual fabricar los manguitos. Los manguitos son vaciados en poliuretano utilizando un molde que mantiene un diseño estándar en todo momento, pero que está diseñado de tal manera que puedan fabricarse una gama de diámetros de manguito típicamente desde 85 mm a 300 mm.

20 El diseño de manguito tractor preferente tiene un grosor ahusado que presenta una punta aguda en el borde exterior, pero un engrosamiento para su resistencia y una plegabilidad reducida a medida que se une con el cuerpo principal del IP. Esta característica es importante porque provoca que el borde exterior del manguito se doble cuando contacta contra la pared del tubo. Mediante la incurvación hacia atrás hasta su línea de dirección de desplazamiento se forma una copa que captura y cierra de forma estanca el fluido motriz, típicamente agua. Esto

25 cierra de forma estanca el manguito sobre la pared del tubo, sirviendo para facilitar y mantener un desplazamiento lineal constante y uniforme del IP en respuesta al flujo del fluido de accionamiento que puede ser monitorizado para proporcionar información relativa al emplazamiento del IP dentro del tubo.

30 En una forma de realización preferente, el cuerpo delantero del IP muestra un espárrago como por ejemplo una rosca M20 fina, proyección de espárrago que sirve para ubicar el manguito tractor cuando se ajusta sobre la parte delantera del IP. Una vez firmemente en posición, el manguito tractor puede quedar firmemente sujeto en su posición fija mediante el empalme del cono de morro, de modo preferente de poliuretano que muestra un filete hembra cautivo apropiado para el espárrago, como por ejemplo el espárrago M20.

35 El propio cono del morro preferente presenta un molde de aluminio exclusivo que permite que el filete quede firmemente contenido en el momento del vaciado. Los manguitos de IP preferentes son vaciados utilizando una mezcla de poliuretano.

40 El extremo trasero del IP está provisto de un disco "en pétalo" que se ajusta sobre el extremo trasero del IP que puede ser el carro transductor acústico. El disco está diseñado para efectuar una pluralidad de funciones claves. El diámetro del disco en pétalo está diseñado para que el carro del transductor se mantenga en la línea central de la vía de paso interna del tubo. Mediante la centralización de esta manera, particularmente cuando se combina con el efecto centralizador del manguito tractor alrededor del cono del morro, los ecos de impulsos pueden ser recuperados de modo más fiable y las mediciones pueden ser transportadas con mayor facilidad para efectuar mediciones precisas de las distancias recorridas por los impulsos.

45 La forma del disco en pétalo se combina con un ajuste firme con la pared del tubo interno haciendo al tiempo posible el paso libre del fluido para permitir los impulsos emitidos por el acceso constante del IP al medio fluido. El disco en pétalo también proporciona protección para el carro transductor impidiendo que toque la pared del tubo durante su viaje. Este diseño consigue la capacidad de cambiar rápidamente el disco "en pétalo" para adaptar tubos de diámetro diferente manteniendo al tiempo una firme fijación sobre el carro.

50 El disco / manguito en pétalo es, de modo preferente, vaciado en poliuretano de la misma manera que el manguito tractor. El mismo molde puede ser utilizado para el vaciado, aunque sean utilizados unos insertos para obtener los rebajos requeridos para hacer posible que el medio de fluido inunde el cuerpo del carro. De modo preferente, el IP presenta una carcasa exterior que es al mismo tiempo flexible y duradero, y puede de modo ventajoso fabricarse a partir de un material plástico, por ejemplo poliuretano. La flexibilidad de la carcasa hace posible que el IP trace las curvas situadas dentro de la tubería de conducción. El análisis de las señales devueltas puede disponerse para discriminar entre una pared de acero (de la tubería de conducción), depósitos de carbono (coque) y escamas carbonosas e inorgánicas (sobre la pared interior de la tubería de conducción). La disposición del módulo electrónico

55

también proporciona una medición del grosor del tubo o de la pared de la tubería de conducción, creando así una pronta indicación de una anomalía de un desgaste o corrosión en su interior.

De modo ventajoso, la disposición del módulo electrónico queda cerrado de forma estanca dentro de una carcasa exterior, lo que es especialmente útil cuando el fluido de accionamiento es un líquido. Se ha encontrado que el contenido eléctrico de un IP se puede reducir de tamaño y puede ajustarse dentro de un espacio limitado a dos recipientes de acero inoxidable.

El transmisor está configurado para transmitir señales acústicas, de modo preferente ultrasónicas. Aunque no es preferente, también se contempla, sin embargo, que pueda ser utilizado un transmisor de láser o un radiotransmisor. Es preferente que el transmisor comprenda una serie de fuentes de impulsos situadas alrededor de la circunferencia del tubo o tubería que está siendo monitorizada. Sin embargo, se ha encontrado que son preferentes 16 transmisores. En el sistema preferente hay 16 transductores, de modo preferente transductores cerámicos, que están separados a intervalos regulares alrededor del IP y gestionados individualmente. Una secuencia se inicia con el transductor 1 que envía 8 impulsos acústicos. Cada impulso recupera tres ecos, esta acción proporciona datos procedentes de 24 ecos. A continuación, el transductor 2 envía sus 8 impulsos. A continuación, el transductor 3 envía sus 8 impulsos, y así sucesivamente hasta que todos los 16 han enviado sus 8 impulsos cada uno. Esto es una secuencia; la secuencia, a continuación, es repetida una vez. Las dos secuencias completas alrededor de los 16 transductores componen un ciclo.

Una secuencia preferente, por tanto, está compuesta como sigue. $16 \text{ (transductores)} \times 8 \text{ (impulsos)} \times 3 \text{ (ecos)} = 384$ ecos por secuencia. Dado que hay 2 secuencias para cada ciclo en este sistema preferente, hay 768 ecos por ciclo. El sistema preferente implica varios ciclos por segundo. Por ejemplo, puede haber 10 ciclos por segundo en cuyo caso cada segundo originará 7,680 ecos con datos.

Una imagen en sección transversal del tubo puede ser creada mediante una secuencia de forma que con el sistema anteriormente descrito puedan producirse 20 mediciones en sección transversal por segundo. Suponiendo una velocidad típica del IP de 1 metro por segundo a través del conducto o tubo, esto origina una imagen del tubo en sección transversal detallada por cada 50 mm de forma lineal. Con el fin de crear imágenes más frecuentes, el IP puede ser accionado más lentamente.

A una velocidad de desplazamiento de 1 metro por minuto, un IP atravesará una bobina de extremo a extremo de 480 metros en un periodo de 8 minutos, no más de 10. Varias pasadas pueden ser necesarias para monitorizar un entero horno, pudiendo emplearse una operación que incluyera 4 pasadas de trabajo separadas de 480 metros lo que supone 1,920 metros en total.

La velocidad operativa del IP proporciona la ventaja genuina de que es posible efectuar varias pasadas a través de una bobina de tubo, y no una sola sin un gran incremento en las implicaciones económicas del tiempo de parada del horno. El propietario desea equilibrar un tiempo de parada mínimo con unos datos evaluables recuperados sobre el estado del tubo. La presente invención puede efectuar un uso evaluable de la eficiencia temporal llevando a cabo unas segunda y tercera pasadas de escaneo. Dado que cada pasada identificará un detalle en sección transversal cada 50 mm (o así), entonces posteriores pasadas proporcionarán una cobertura aún más exhaustiva. Si una pasada dura aproximadamente 10 minutos, y hace posible en ese tiempo descargar la información recogida, un escaneo de bobina completo tarda menos de 30 minutos. Esto supone la oportunidad de llevar a cabo más escaneos sin los costes de un tiempo suplementario. Esto es especialmente verdad cuando el escaneo del IP puede tener lugar interrumpiendo la operación de limpieza de descoquización durante un tiempo corto de por ejemplo 10 minutos -a continuación, mientras se lleva a cabo la descarga del escaneo, puede proseguir la descoquización.

La electrónica dentro del IP comprende una disposición de emisor y una disposición de receptor. El emisor envía señales hacia las superficies interior y exterior de las paredes del tubo o tubería y estas son rebotadas de vuelta por las superficies interna y externa de las paredes del tubo hasta la disposición de receptor. Conociendo la velocidad de desplazamiento de la señal a través del medio que separa el emisor y el receptor de las paredes del tubo se puede calcular el grosor de la pared del tubo a partir de la diferencia de tiempo entre la recepción de las dos señales.

El IP, de modo preferente, utiliza unos transductores piezoeléctricos en una placa única o doble. Igual que muchos dispositivos de este tipo, ya sean de sujeción manual o materializados en otras formas, el impulso acústico es transmitido desde el transductor y sus ecos son recuperados, en este caso los ecos se designan como E1 y E2.

El eco E1 es el impulso que incide en la superficie interna dura de la pared del tubo y rebota devolviéndolo al transductor de transmisión. El tiempo invertido se mide y calcula con respecto a la velocidad conocida del sonido a través del medio. Por ejemplo, la velocidad del sonido en agua potable se sitúa en torno a 1482 m/s a 20° C. Utilizando el tiempo tomado para recuperar el eco sónico, es un cálculo sencillo encontrar la distancia recorrida. El ajuste puede efectuarse para hacer posible que la mitad del carro transductor facilite como resultado el radio del tubo interior.

El eco E2 es la recuperación del eco procedente de la pared exterior del tubo. Aproximadamente un 83% de la energía del impulso original es reflejado devuelta por la superficie dura de la pared interior del tubo. La energía

restante del impulso continúa a través de la pared del tubo y produce un eco mensurable que rebota de vuelta por la pared del tubo exterior.

5 La recuperación de este eco supone un cálculo adicional y relativamente sencillo. El tiempo invertido para la transmisión del E1 y la recuperación se deduce del E2 con el fin de aislar el tiempo invertido para que el impulso viaje a través de la pared del tubo desde la superficie dura interna a externa. Este tiempo puede calcularse con respecto a la velocidad conocida del sonido a través del material de la pared del tubo para generar una medición del grosor.

Estos rasgos característicos de la tecnología acústica son ampliamente conocidos y de diversos usos dentro de las prácticas industriales especializadas.

10 Este sistema proporciona dos ventajas concretas que permiten la recuperación y presentación de datos valiosos relativos al estado del tubo o la tubería de conducción.

15 1. Se reflejará en la superficie dura de la pared interior del tubo para originar el E1. Esta superficie dura puede no ser necesariamente la pared del tubo limpio y podría transportar una contaminación persistente de la superficie interna. A diferencia de muchos dispositivos de inspección, el IP de la presente invención envía su impulso sónico hacia las paredes del tubo a través de un medio fluido, típicamente agua. No es necesario que el transductor o sensor acústico contacte con la pared del tubo y, de hecho, esto no es deseable. El impulso viaja a través del fluido e incide en la superficie dura para reflejarlo de vuelta al transductor. Se produce, por tanto, una medición que no depende de la superficie del tubo que es limpiada en su superficie material.

20 2. Hay otro eco que es conocido aquí como el E3. Para la recuperación e interpretación de este eco, el IP utiliza un programa específico para obtener datos valiosos de lo que se designa como "eco deteriorante".

E3 es de hecho un segundo eco derivado del primer eco E1.

25 El primer eco E1 retorna de la pared del tubo interno y es recibido sobre el transductor para la guarda y análisis de la información. Un pequeño porcentaje del eco de retorno (E1) rebota en el transductor de recepción o en la superficie del carro del IP y vuelve una segunda vez a la pared interna del tubo. La fuerza de este impulso reflejado es baja y no se desplaza en una línea recta limpia. El impulso se propaga desde el receptor hasta el interior de un ventilador de aproximadamente 5 grados. Cuando este impulso acústico incide en la pared interna del tubo no incide en una superficie de un solo punto de forma que su eco contiene una información comparativa que incluye una "huella" acústica de la naturaleza del material de superficie y su consistencia.

30 La información de retorno contenida en E3 puede ser trazada sobre un gráfico en el que el eje 0-X puede representar un material de blando a duro, y el eje 0-Y puede ser liso a rugoso, y la información puede ser representada de una manera en la que diferentes colores sobre la representación pueden identificar los diversos tipos de imperfecciones de la pared del tubo incluyendo los tipos de corrosión que puedan existir en la metalurgia.

35 Un beneficio adicional de la presente invención es que se puede acceder al IP para la programación y diagnóstico lo que hace posible que se lleven a cabo ajustes para tener en cuenta la velocidad del sonido de los diferentes tipos de metal. Los tubos de trabajo del horno son fabricados a partir de una diversidad de tipos metálicos, a veces en áreas de temperatura baja, es utilizado acero al carbono estándar; más frecuentemente se utiliza acero al cromo, y algunas veces se emplea acero inoxidable. Cada metal presenta una densidad de composición ligeramente diferente y una velocidad acústica a través de cada metal, es por tanto ligeramente diferente. En consecuencia, es posible identificar tipos de acero y efectuar el necesario ajuste con el IP para mantener la precisión.

40 La disposición de receptor en la electrónica del IP puede comprender un receptor análogo para recibir las señales devueltas y un receptor digital asociado dispuesto para convertir las señales analógicas de forma digital y enviar las señales digitales al microprocesador. Así, el receptor digital puede oportunamente comprender un convertidor analógico a digital. La fuente de energía comprende, de modo preferente, una batería, y la disposición de módulo electrónico comprende de modo ventajoso un circuito de carga para un grupo de baterías recargable que esté integrado con el IP. Por ejemplo, la batería puede proporcionar hasta un tiempo operativo de 2 horas dentro de la tubería de conducción, y la disposición de módulo puede estar provista de un recargador rápido para la eficiencia máxima de uso del IP.

45 De modo ventajoso, la disposición de módulo electrónico comprende dos módulos interconectados, estando cada módulo encerrado dentro de una carcasa interior o de un revestimiento, que proporciona una protección de absorción contra los choques de manipulación mecánicos. Los módulos, de modo preferente, están conectados por una junta universal que posibilita que se desplacen unos con respecto a otros dentro del tubo o tubería y potencia la capacidad del IP para trazar curvas de radios cortos. Los dos módulos pueden estar enlazados por un cable reforzado y cerrado herméticamente a presión.

55 Los componentes de módulo electrónico son unidades cerradas herméticamente de modo ventajoso, para su protección contra el entorno, por ejemplo, el agua que se utiliza para empujar en IP a través de la tubería de

conducción o tubería, los contaminantes de la pared o de los residuos del refinado de petróleo dentro de un tubo de lubricación.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, de acuerdo con la reivindicación 7, se dispone un procedimiento de monitorización de un tubo o tubería de conducción, en el que un IP que comprende una disposición de módulo electrónico, de modo preferente encerrado dentro de una carcasa exterior, es accionado a lo largo del interior del tubo o tubería de conducción mediante la presión del fluido capturado por un manguito tractor ahusado flexible dispuesto hacia la parte delantera del IP, en el que el IP transmite unas señales de monitorización a través de dicho fluido hasta la pared del tubo o tubería de conducción, recibe las señales devueltas por la pared, analiza las señales devueltas y almacena en su interior los datos relacionados con el estado de la pared de la tubería de conducción.

Así, el IP sin ataduras, flexible de la presente invención, con su electrónica de a bordo autónoma puede ser fácilmente enviado a través de un pequeño taladro y de una tubería y / o de unas tuberías de conducción de serpentina, y la información recogida de esta manera puede a continuación ser descargada y revisada por el operador generalmente después de que el IP haya salido de la tubería de conducción. La monitorización puede llevarse a cabo después de una operación de descoquización para determinar su eficacia, y / o puede ser llevada a cabo en otros momentos, por ejemplo de modo regular, para que un ingeniero de elaboración puede establecer una clara comprensión de los patrones de desarrollo de las características de la bobina del tubo y / o de la tubería de conducción. De esta manera, la erosión de la tubería de conducción puede advertirse antes de que se produzca una extensión de los daños y se pueda planear en la operación normal de la tubería de conducción o del tubo, evitando de esta manera tiempos de inactividad indeseables, y potenciando la gestión de rentabilidad del proceso de refinado, por ejemplo. Además de la inspección regular del tubo mediante este procedimiento fácil y rápido se puede conseguir generar tendencias de degradación para que un estado mínimo pueda ser pronosticado de manera fiable.

La monitorización de un tubo o tubería de conducción de acuerdo con la presente invención puede completarse en solo 30 minutos debido a la rápida activación de la acústica que proporciona la masa necesaria de datos. Estos datos pueden entonces ser examinados a fondo a alta velocidad mediante el programa informático de control que es capaz entonces de presentar las pantallas informativas que están cargadas de detalles valiosos.

De modo preferente, se utiliza un programa informático a la medida y de propietario y, de modo preferente, muestra un enlace automático en un paquete de tratamiento de texto, como por ejemplo "ms word" para que se construya un Informe de Inspección automáticamente a medida que avanza el escaneo acústico. De esta manera, el Informe de Inspección puede ser contenido por ejemplo en forma de CD o impreso mientras el equipamiento especializado para la limpieza y monitorización permanece en la zona en la que está siendo utilizado. Esto es altamente beneficioso para el proceso de toma de decisiones del propietario en obra con el fin de determinar si el horno debe volver a funcionar o si no oponerse fuera de servicio para su mantenimiento.

Un problema concreto de la tecnología IP, tanto en operaciones de limpieza como de inspección, la capacidad para ubicar la posición del cepillo dentro de la tubería con precisión y de manera sistemática. En una forma de realización, la presente invención proporciona una solución a este problema para el IP.

En la presente invención, el IP es, de modo preferente, ejecutado, operado y controlado por una máquina de una unidad de bombeo especializada que aloja una habitación de control que incluye todos los dispositivos para controlar el flujo de fluido y la presión. Incluidos en estos controles se encuentra el programa informático a la medida y de propietario que puede identificar el emplazamiento del IP dentro del tubo o tubería de conducción y puede integrar esta información con las mediciones del diámetro del tubo y el grosor de la pared llevadas a cabo por el IP. El programa informático puede también examinar las masas de datos para generar una representación fácil para visualizar para ayudar en el análisis de los resultados.

La representación es una forma de realización adicional incluida en la imagen y todas las mediciones individualmente relacionadas junto con los datos de referencia relevantes. Principalmente se aportan las dos siguientes imágenes:

- Un dibujo de una disposición general de la bobina de serpentina del tubo.
- Una imagen en sección transversal del tubo en un punto determinado del escaneo.

Esto permite que un visualizador técnico identifique las áreas de anomalía en la parte de la disposición general, a continuación simplemente pinchar sobre esa área para ser captada instantáneamente sobre la sección transversal del tubo en ese emplazamiento concreto.

La operación del sistema que hace uso de la presente invención puede mejorar tanto la precisión como la constancia de la determinación del emplazamiento. El emplazamiento se puede determinar por el tiempo en el que se efectúa inicialmente un registro del tiempo del lanzamiento del IP, haciendo posible un "tiempo dormido" seleccionado y fijado para permitir que el cepillo sea tomado de la sala de control e insertado en el lanzador del cepillo. El programa de control tiene en cuenta el "periodo dormido" seguido por el momento del lanzamiento y el desplazamiento de recuperación. El programa informático a continuación traza automáticamente la probable localización del IP en base

fundamentalmente en la suposición de que el cepillo lleva a cabo un avance uniforme a una velocidad constante a través de la bobina del tubo. Dicha suposición viene facilitada y soportada por el diseño de manguito que permite el avance del IP para que no sea obstaculizado por obstrucciones internas. La presentación del programa y la formación de imágenes pueden entonces identificar el emplazamiento sobre la pantalla de un monitor.

- 5 El diseño de los manguitos tractores utilizados en la presente invención ayuda a la identificación del emplazamiento del IP dentro del tubo. Como se ha establecido, el manguito tractor está diseñado para formar un perfil de copa para su cierre hermético contra la pared del tubo y asegurar que el fluido motriz proporciona un avance suave y constante del IP a lo largo del circuito cerrado en serpentina de la tubería de conducción o de la tubería. Así mismo, el diseño del manguito incluye la flexibilidad que hará posible que el IP se desplace sobre y a través de los parches de resistencia sin cambio de velocidad.

La gestión de la velocidad de desplazamiento del IP dentro del tubo está asistida mediante la utilización de la maquinaria de inyección de fluido que está diseñada y construida para incorporar unos controles y unos engranajes para facilitar la presión de fluido constante y con ello la velocidad constante del desplazamiento del IP.

- 15 El emplazamiento puede también determinarse mediante una señal de la presión mediante la cual el IP es desplazado a través de un circuito del tubo accionado por fluido dispuesto mediante una maquinaria de una unidad de bombeo especializada asociada. Las señales de la presión diferencial detectadas en el control de bombeo de fluido, una vez filtradas con precisión e interpretadas por el programa informático de propietario, pueden proporcionar información acerca de los cambios de geometría del circuito de serpentina. Típicamente el paso del IP a lo largo de las curvas en U de 180 grados será detectado por la interpretación de los diferenciales de presión del fluido. Una vez que el emplazamiento de estas señales se ha identificado, la información se integra con el emplazamiento por información del tiempo para proporcionar una evidencia de soporte que potencie la precisión de la identificación del emplazamiento del IP en todo momento durante su viaje a través del conducto o tubería.

Esto proporciona un elemento característico valioso que contribuye a la capacidad del operador técnico para localizar con precisión el IP y de esta manera identificar la posición del tubo en una medición concreta.

- 25 El programa informático puede ser utilizado en ordenadores personales dedicados en la sala de control de la máquina de la unidad de bombeo de fluido. La información de la presión diferencial del agua puede ser constantemente alimentada al ordenador desde, por ejemplo, un Siemens Sitrans DS111 Transmitter o un Icenta Intelligent Electronic Pressure Switch DS400P. El conmutador de la presión alimenta al ordenador una señal precisa, por ejemplo, a través de un cable blindado. La señal ofrece informes instantáneos de los cambios del fluido, generalmente agua, de la presión que está accionando el IP. La información es representada sobre la pantalla de forma parecida a un monitor central, de manera que el desplazamiento sin restricciones del IP dentro de un tubo recto típicamente se mostrará como una línea plana - indicando una presión uniforme.

- 30 Cuando el IP encuentra cualquier restricción o cambio de dirección, un aumento de la presión instantáneo se representa sobre la pantalla como una punta en la línea de indicación. La pantalla, por tanto, representa un viaje típico a través de una bobina de serpentina como una línea plana, digamos, 10 segundos seguido por una punta, a continuación una línea plana de más de 10 segundos (suponiendo que las longitudes del tubo son generalmente las mismas) seguido por la siguiente punta, etc. De esta manera, las puntas pueden ser apreciadas como cambios de las curvas en U de la dirección y el IP puede añadir información para identificar mejor su emplazamiento.

- 35 La monitorización de la tubería de conducción o del tubo suministrada por la presente invención puede ser integrada con los mecanismos de limpieza del tubo que emplean un cepillo de raspado o de limpieza. Por ejemplo, un sistema de bombeo de fluido puede ser conectado hasta el sistema de tubería y un cepillo de raspado o de limpieza insertado dentro del lanzador y a continuación propulsado a través del sistema de tubería por medio de la presión del fluido. Se puede observar el fluido que sale del sistema de tubería y que contiene los residuos eliminados mediante la operación de raspado, los residuos eliminados y el fluido limpio reciclado. En la misma etapa, cuando la limpieza se ha sustancialmente completado, el fluido que sale del sistema de tubería resultará más limpio y contendrá menos residuos. En este momento el cepillo de limpieza puede ser sustituido por un IP de acuerdo con la presente invención. De esta manera pueden ser utilizados el mismo sistema de bombeo, el suministro de fluido y los sistemas de control tanto para limpiar como para inspeccionar lo que mejora de manera considerable el ahorro de tiempo de la operación y reduce el tiempo de inactividad del horno requerida para su mantenimiento.

- 40 El sistema que utiliza la presente invención proporciona, por tanto, los siguientes beneficios.

- 55 1. Un programa informático puede ser utilizado que esté diseñado para incluir el control automático de la calidad. El IP puede ser alimentado con una expectativa de mediciones aconsejadas por el propietario de la bobina del tubo o de la tubería de conducción que esté siendo inspeccionado. En base a estas expectativas, el programa informático puede rechazar los datos que se considera que están enviando mediciones imposibles. De hecho, el programa informático puede presentar unas líneas y mediciones basadas en la medición precedente del escaneo pero pueden codificar la presentación con el fin de aconsejar al operador acerca de la fiabilidad de los datos.

Por ejemplo, el programa informático puede ser tal que las secuencias de 8 impulsos emitidas a partir de cada transductor automáticamente demanden unos datos satisfactorios a partir de al menos 5 de estos impulsos antes de que los datos sean utilizados de manera fiable para extraer un elemento de la presentación sobre la pantalla.

5 2. La información rápida puede ser posible mediante el programa informático a la medida que utilice su potencia y diseño para filtrar datos a medida que sean descargados desde el IP después de su pasada de escaneo.

10 3. La rápida activación de los impulsos acústicos dentro del tubo o de la tubería permite que el IP se desplace a lo largo de aquella a una velocidad razonable. Esto permite que el IP complete un circuito de bobina del tubo típicamente en menos de 10 minutos proporcionando sin embargo al mismo tiempo unas imágenes en sección transversal lineal de cada 50 mm o menos.

15 4. La posibilidad de combinar la descoquización e inspección no solo proporciona un ahorro de tiempo sino también permite ahorros de responsabilidades de movilización y contractuales compartidas. El uso de una única pieza de equipamiento especializado para llevar a cabo la operación conjunta es una característica eficiente en muchos aspectos. Así mismo, la inspección puede llevarse a cabo durante el desarrollo de la descoquización gracias a la flexibilidad de los manguitos del IP y al control común. Esto puede mejorar la eficiencia de la operación de descoquización.

5. No es necesario que la pared interna del tubo esté perfectamente limpia para asegurar los datos de las mediciones evaluables del diámetro interno y del grosor de la pared.

20 6. Las imágenes de notificación pueden ser diseñadas para ser fáciles de leer y fáciles de comprender. Pueden ser utilizados elementos característicos generales estándar de disposiciones así como de secciones transversales del tubo que pueden ser imágenes conocidas que contribuyan a la sencillez de la representación combinadas con un detalle y precisión exhaustivos.

La presente invención se ilustra por referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

25 La Figura 1 es una ilustración esquemática de un IP de acuerdo con la invención y lo muestra en diferentes emplazamientos dentro de una estructura tubular de serpentina.

La Figura 2 muestra el manguito tractor que está dispuesto alrededor del cono del morro del IP de acuerdo con la invención.

30 La Figura 3 muestra el manguito en pétalo que está dispuesto alrededor del extremo trasero del IP de acuerdo con la presente invención.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de la configuración de la tubería que se puede encontrar en las secciones de convección y radiantes de un horno de visorreductores de refinería.

La Figura 5 es una sección transversal desde arriba de la sección transversal de convección del horno mostrado en la Figura 4.

35 La Figura 6 es una sección transversal desde arriba de la sección radiante del horno mostrada en la Figura 4. La Figura 7 muestra la representación de la pantalla de ordenador que puede estar dispuesta mostrando el estado de la tubería.

40 La Figura 1 muestra un IP (1) de la invención en diversas posiciones en un tubo (2) de refinería que muestra el IP aproximándose a una curva en una posición (3), pasando alrededor de una curva dentro del tubo en la posición (4) y alejándose de la curva en la posición (5).

Como se muestra en la Figura 1, el IPO (1) está compuesto por varios componentes, un cono (6) de morro para hacer posible un flujo aerodinámico a través del tubo, una unidad (7) de la electrónica de receptor situada por debajo de la cubierta (8) que incorpora el manguito (9) tractor que está compuesto por dos discos (10) y (11) ahusados formados de manera integral con el manguito que cubre la unidad electrónica de receptor.

45 La unidad (7) de receptor está conectada a la unidad de transmisor por medio de una junta (14) universal y la ilustración muestra la forma en que la junta (14) universal ayuda al IP a pasar alrededor de la curva en la posición (4). La unidad de transmisor está compuesta por un carro (15) de transmisión alrededor del cual están dispuestos los transmisores (no mostrados) integrados en el carro en el centro y están protegidos por dos resaltes (13) exteriores. El carro (15) acústico incorpora un manguito (16) en pétalo que salva el espacio existente entre el carro y la pared interna del tubo. El manguito en pétalo está provisto de unos espacios (17) alrededor de su circunferencia a través de los cuales el fluido (18) de accionamiento puede pasar libremente para asegurar que la acústica esté revestida de fluido.

50

Por tanto, se apreciará que en operación los discos del manguito (9) forman una copa cuando son presionados por el fluido (18) de accionamiento contra la pared interior del tubo y el volumen entre el IP y la pared interna del tubo será llenado con el fluido (18) de accionamiento.

5 La Figura 2 es una vista más detallada del manguito (9) tractor que muestra los discos (10) y (11) ahusados. Así mismo, la Figura 2 muestra la forma en que manguitos de diferentes tamaños pueden estar dispuestos utilizando un único molde de acuerdo con el diámetro del tubo destinado a ser monitorizado. Las referencias numerales (19) y (20) son elementos del molde utilizados para crear el manguito y su tamaño puede modificarse para obtener discos con las dimensiones requeridas. La Figura 2 muestra también la forma en que el manguito tractor incorpora un núcleo (21) hueco que puede deslizarse sobre el extremo delantero de la unidad (7) de electrónica de receptor y
10 fijado por medio de una rosca (22) más allá del extremo del manguito para su fijación al cono (6) del morro del IP.

La Figura 3 muestra el diseño del manguito (16) en pétalo que comprende un disco (23) provisto de una serie de salientes (24) diseñados para extenderse desde el IP hasta la superficie interna del tubo. Unos espacios (25) están dispuestos entre los salientes, los cuales permiten que el fluido (18) de accionamiento pasen a través de los espacios (25) y hasta los discos (10) y (11) ahusados para forzarlos contra la superficie interna del tubo y accionar el IP a través del tubo.
15

La Figura 4 es una ilustración de un alzado frontal esquemático de la tubería que podría encontrarse en un horno de visorreductores de refinería típicos. El horno está compuesto por una sección (26) de convección superior y la Figura 5 es una sección transversal de la sección (26) superior que muestra la forma en que los tubos (27) a través de los cuales fluye el petróleo presentan una configuración de serpentina estrechamente compactada. El horno
20 presenta una sección (28) radiante inferior y la Figura 6 es una sección transversal que mira desde arriba la sección (28) radiante y que muestra la forma en que los tubos (29) siguen una vía de serpentina alrededor de la pared interna del horno.

Debe apreciarse que el examen manual de los tubos (27) en la sección de convección no sería posible si un examen externo de los tubos (29) en la sección radiante sería extremadamente onerosa y llevaría mucho tiempo. Ambas dificultades pueden superarse mediante el uso del IP de acuerdo con la invención.
25

La Figura 7 es una representación de pantalla que puede ser generada a partir de la información recogida por el paso del IP a través de un tubo. El lado a mano izquierda de la pantalla (30) muestra el tubo (31) de serpentina que está siendo monitorizado por el paso del IP. El lado (32) a mano derecha de la pantalla es una sección transversal del tubo (31) y muestra la representación en imágenes de un programa informático de la pared del tubo del IP y del emplazamiento de los 16 transmisores que son empleados alrededor de la unidad de transferencia del emisor. Los datos de la derecha inferior de la representación proporciona las mediciones efectuadas por los 16 transmisores. Cualquier debilidad o imperfección mostrada sobre el lado (32) puede ser inmediatamente trasladada al tubo (31) de serpentina para identificar el emplazamiento de la debilidad.
30

La Figura 8 es una ilustración esquemática que muestra la manera en que el sistema de distribución de fluido puede ser conectado al sistema de tubos de un horno similar al horno mostrado en la Figura 4.
35

La Figura 9 muestra un sistema de suministro de fluido móvil como se ilustra de forma esquemática en la Figura 8.

La Figura 10 muestra la conexión del sistema de suministro de fluido móvil con el sistema de tubería de conducción mostrado en la Figura 8 y la Figura 11 muestra la forma en que un cepillo puede ser insertado en el sistema de conductos.

40 La Figura 8 muestra un horno similar al mostrado en la figura 4 con una sección y una sección radiante. Un sistema (33) de suministro de fluido se muestra con unos conductos (34), (35), (36) y (37) conectados a la tubería en la sección convectiva y la sección radiante, respectivamente. El sistema por tanto proporciona un bucle continuo para la distribución de fluido desde el sistema de distribución de fluido para su paso a través de los tubos del horno.

La Figura 9 es una fotografía del sistema de suministro de fluido representado en la Figura 8 que muestra unos tanques (38) de almacenamiento de fluido y una sala (39) de control. Esta unidad puede ser distribuida a la zona para llevar a cabo tanto la limpieza como la inspección de los tubos o conductos y contiene un equipamiento de bombeo especializado.
45

La Figura 10 muestra la unión del sistema de distribución móvil con el conducto que conecta el sistema a la tubería del horno y la forma en que está provisto de una cubierta (40) desmontable. La Figura 11 muestra la forma en que la cubierta (40) puede ser desmontada para hacer posible que un cepillo (en este caso un cepillo de limpieza) sea insertado en el sistema. Después de que el cepillo (41) se ha insertado la cubierta puede ser sustituida para que el cepillo sea accionado a través del sistema por el fluido.
50

Por consiguiente, en operación, el sistema de distribución de fluido puede ser conectado a la tubería de la unidad. Un cepillo de limpieza puede ser insertado y accionado a través del bucle del fluido. Los operadores de la sala de control pueden observar el fluido de retorno y cuando resulta más limpio pueden abrir la cubierta (40) y sustituir el
55

cepillo (41) de limpieza con un IP (1) de la invención. Como alternativa, el sistema puede ser utilizado solo para la inspección y entonces solo se utilizará el IP.

Los sistemas de programa informático y de ordenador pueden, si se desea, disponerse dentro de la sala (39) de control para proporcionar datos en tiempo real sobre la pantalla tal y como se ilustra en la Figura 7.

5

10

REIVINDICACIONES

- 1.- Un Cepillo Inteligente, IP (1), para monitorizar la superficie interna de un tubo (2) que comprende un módulo electrónico cerrado de forma estanca dentro de una carcasa exterior que comprende un transmisor y un receptor y está provisto de uno o más manguitos flexibles que están configurados para extenderse desde el cuerpo del IP (1) hasta la pared interior del tubo (2) cuando el IP (1) está dentro de un tubo (2) y que es capaz de ser accionado a través del tubo (2) mediante una presión de fluido **caracterizado porque** al menos uno de los manguitos es un manguito (9) tractor dispuesto hacia la parte delantera del IP (1) y es un manguito ahusado flexible configurado para capturar el líquido (18) de accionamiento para que el IP (1) pueda ser accionado a lo largo del tubo (2), estando también el IP (1) provisto de un manguito (16) en pétalo trasero que está configurado para extenderse desde el cuerpo del IP (1) hasta el interior del tubo (2) para hacer posible que el fluido (18) de accionamiento llene el espacio entre las secciones centrales del IP (1) y la pared interior del tubo por medio de lo cual el transmisor está configurado para transmitir una señal acústica desde el IP (1) que se desplaza a través de dicho fluido y es reflejada por una superficie dura de dicha pared interior.
- 2.- Un IP (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el transmisor comprende una serie de fuentes de impulso situadas alrededor de la circunferencia de la sección de transmisor del IP (1).
- 3.- Un IP (1) de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende 16 transmisores de fuentes de impulso.
- 4.- Un IP (1) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que los transmisores están separados a intervalos regulares alrededor del IP (1) y son gestionados individualmente.
- 5.- Un IP (1) de acuerdo con la reivindicación 4 configurado para emitir impulsos en una secuencia que se inicia con el transductor 1 enviando 8 impulsos acústicos, en cuanto cada impulso recupera tres ecos, esta acción proporciona datos a partir de 24 ecos, entonces el transductor 2 envía sus 8 impulsos, a continuación el transductor 3 envía sus 8 impulsos, y así sucesivamente hasta que los 16 han enviado cada uno sus 8 impulsos.
- 6.- Un IP (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende dos módulos conectados por una junta (14) universal.
- 7.- Un procedimiento de monitorización de un tubo (2) de tubería de conducción, en el que un IP (1) que comprende una disposición de módulo electrónico, es accionada a lo largo del interior del tubo (2) o de la tubería de conducción mediante la presión del fluido capturado por un manguito (9) tractor ahusado flexible dispuesto hacia la parte delantera del IP (1), en el que el IP (1) transmite las señales de monitorización a través de dicho fluido hasta la pared del tubo (2) o de la tubería de conducción, recibe las señales reenviadas hacia la pared, los análisis de las señales reenviadas y almacena los datos relacionados con el estado de la pared del tubo (2) o de la tubería de conducción.
- 8.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la monitorización se lleva a cabo a continuación de una operación para la limpieza de la superficie interna del tubo (2) o de la tubería de conducción.
- 9.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la limpieza se lleva a cabo mediante un cepillo de raspado.
- 10.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el cepillo de raspado es accionado a través del tubo (2) o de la tubería de conducción mediante la presión del fluido.
- 11.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el IP (1) es accionado por una máquina de una unidad de bombeo especializada que controla el flujo de fluido y la presión e incluido en los controles se encuentra un programa informático que puede identificar el emplazamiento del IP (1) dentro del tubo (2) o de la tubería de conducción.
- 12.- Un procedimiento en el que la tubería de conducción o el tubo (2) que monitoriza con un IP (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, está integrado con la limpieza interna del tubo (2) o de la tubería de conducción con un cepillo de raspado o limpieza.
- 13.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el sistema de bombeo de fluido de limpieza interno está conectado al tubo (2) o a la tubería de conducción y un cepillo de raspado o limpieza es propulsado a través del sistema de tubería por medio de la presión de fluido, siendo observado el abandono del fluido del tubo (2) o de la tubería de conducción y que contiene los residuos eliminados por la operación de raspado, los residuos eliminados y el fluido limpio reciclado y cuando la limpieza se ha completado el cepillo de limpieza es sustituido por el IP (1)

50

FIGURA 1

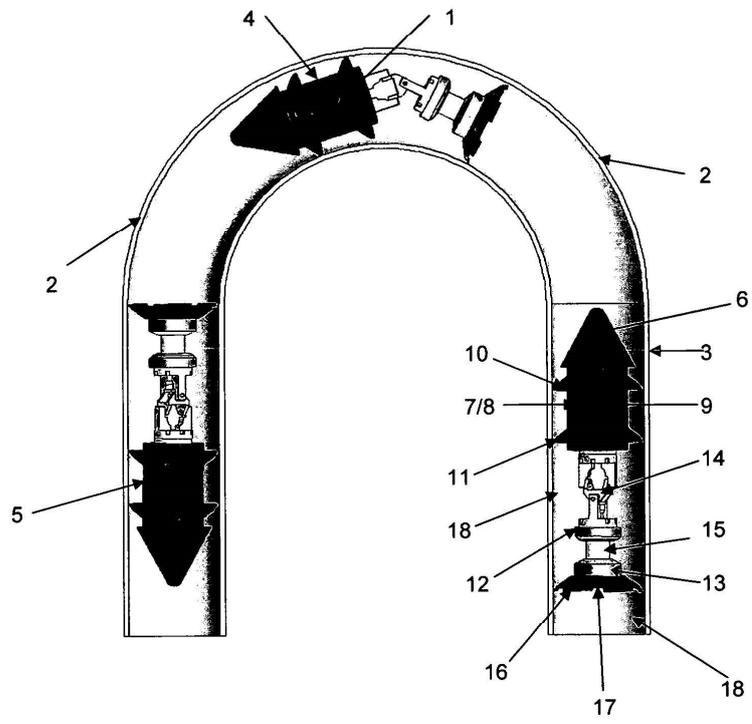


FIGURA 2

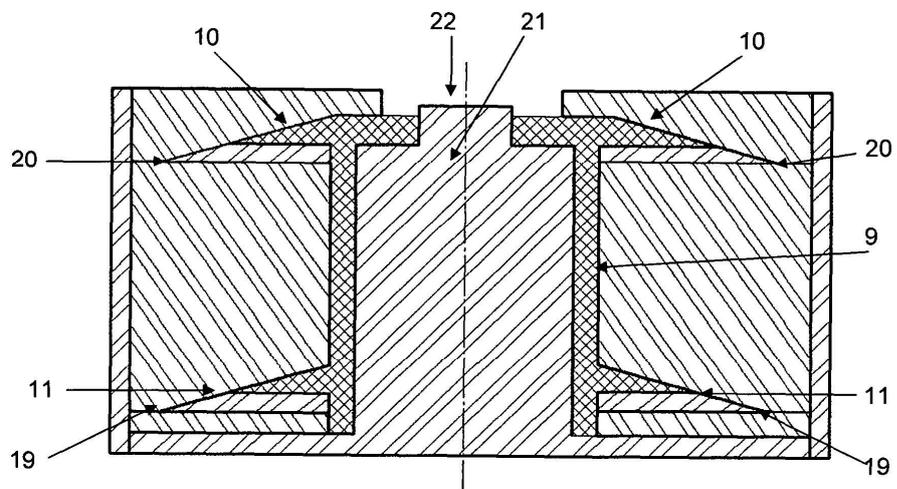


FIGURA 3

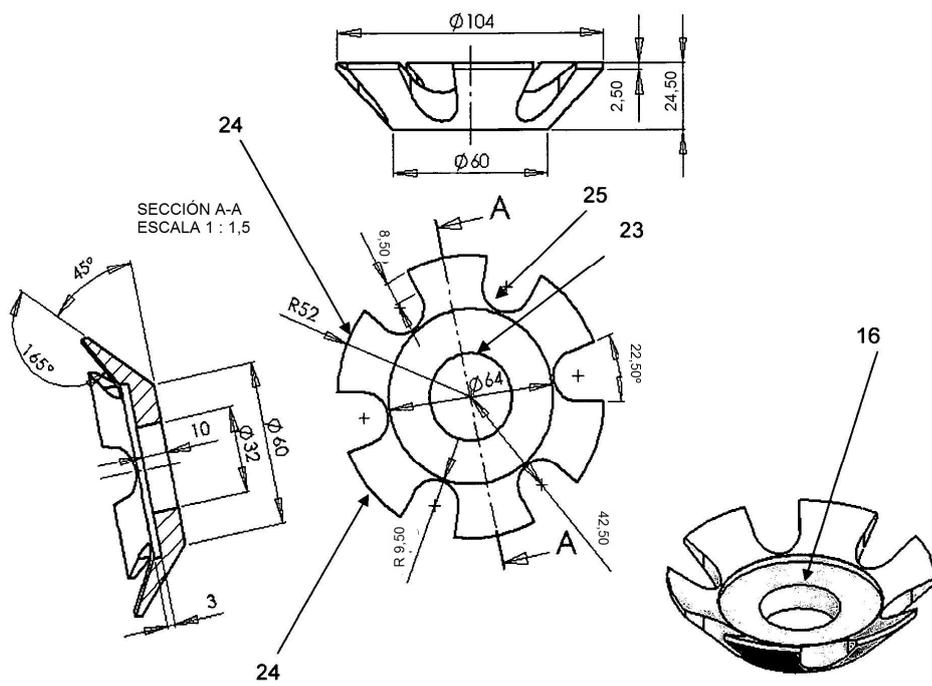


FIGURA 4

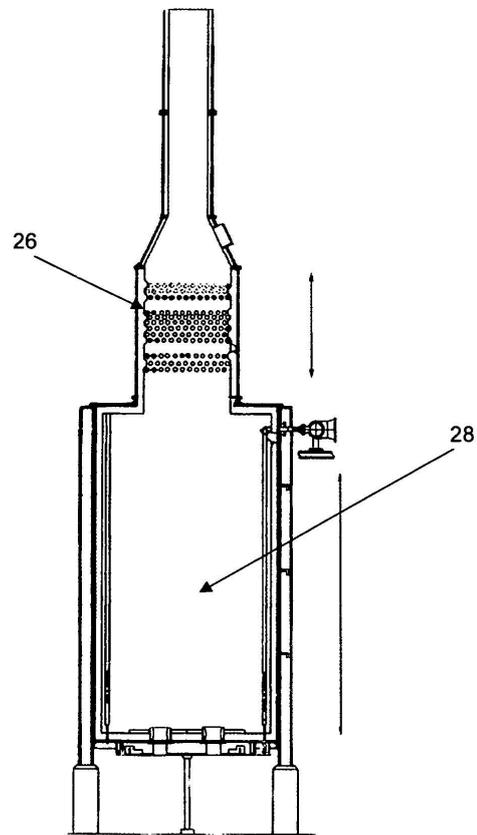


FIGURA 5

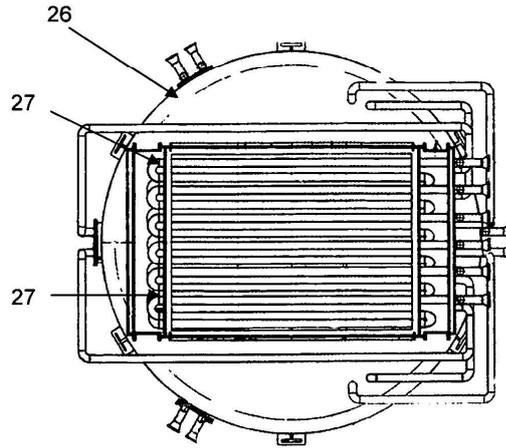


FIGURA 6

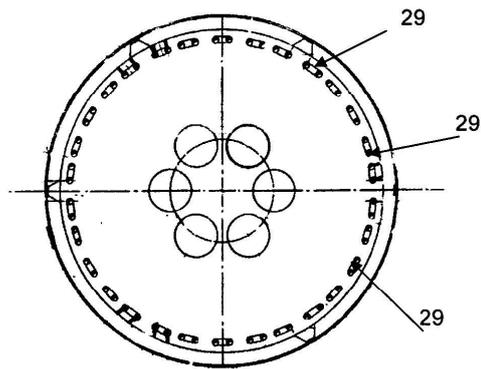


FIGURA 7

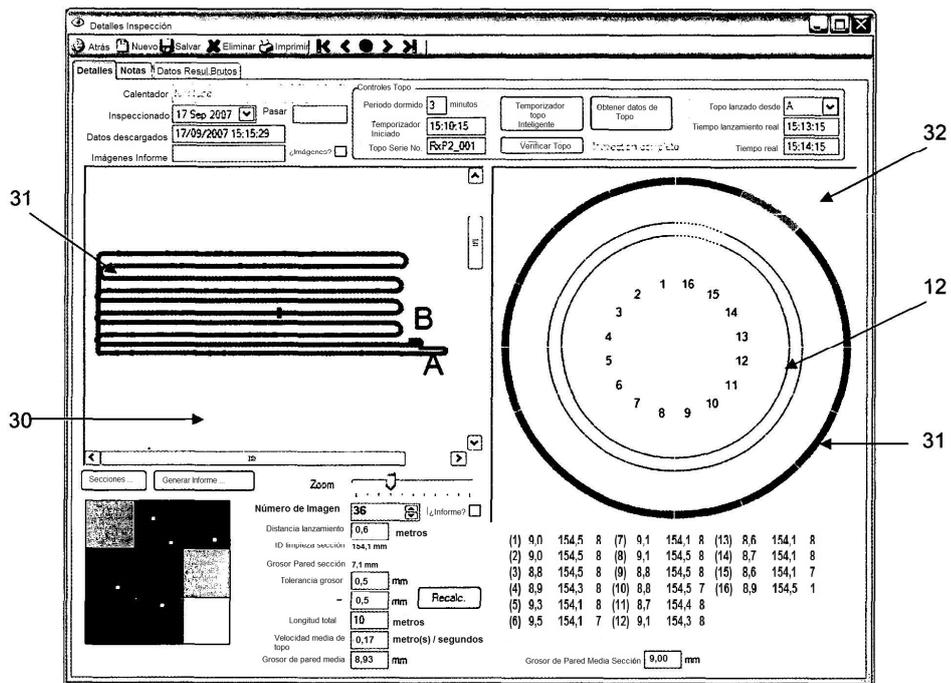


FIGURA 8

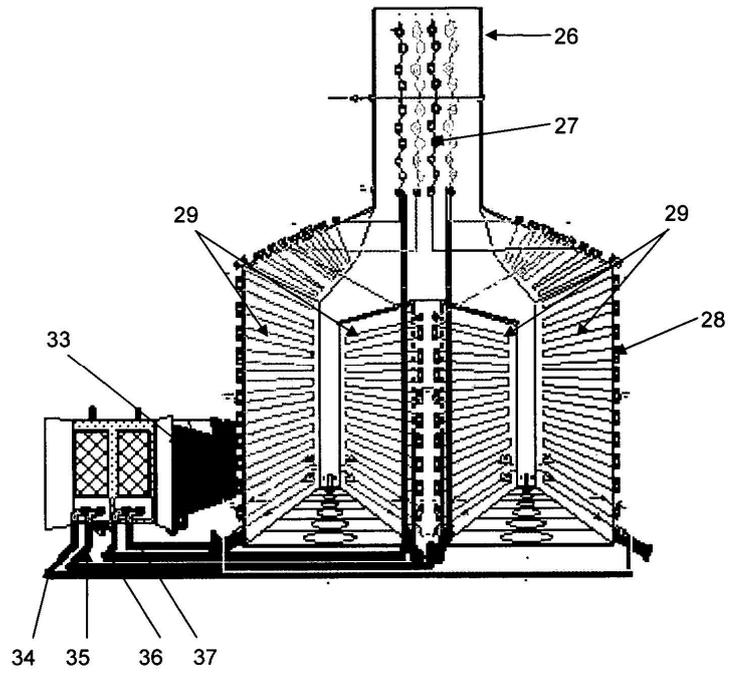


FIGURA 9

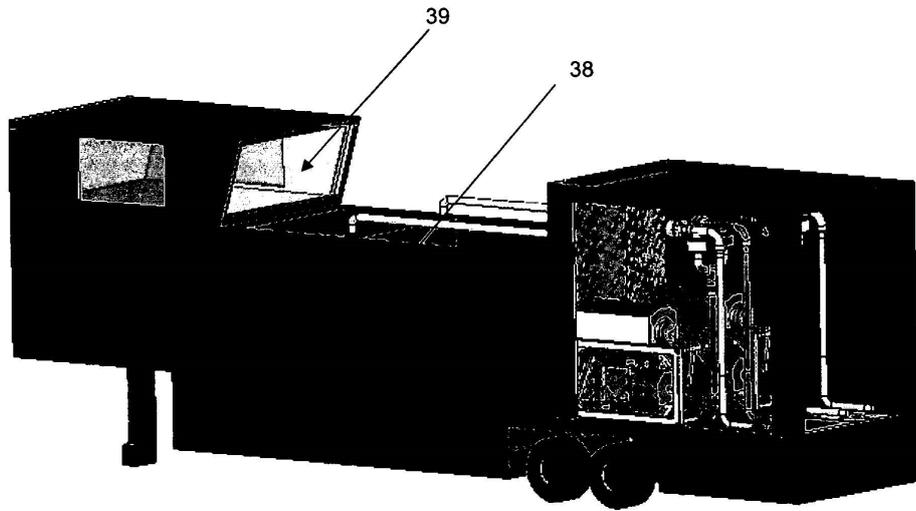


FIGURA 10

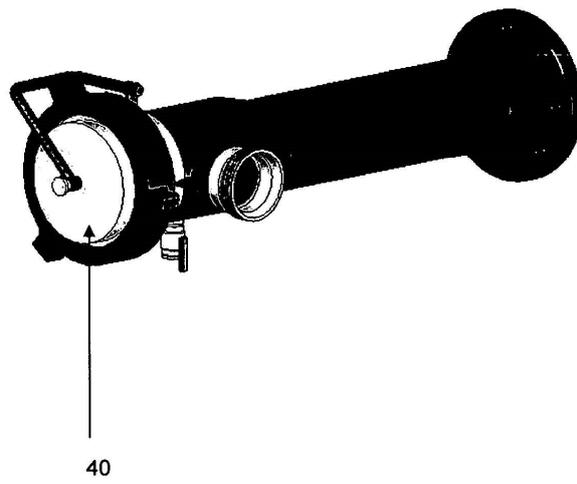


FIGURA 11

