

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 962**

21 Número de solicitud: 201531161

51 Int. Cl.:

G01N 21/84

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

04.08.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.02.2017

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (100.0%)
Patio de Escuelas, 1
37008 Salamanca ES**

72 Inventor/es:

**RODRÍGUEZ MARTÍN, Manuel;
RODRÍGUEZ GONZÁLVEZ, Pablo;
LAGÜELA LÓPEZ, Susana y
GONZÁLEZ-AGUILERA, Diego**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **EQUIPO DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA**

57 Resumen:

Equipo de inspección de soldadura para inspección de cordones de soldadura (16) en tuberías que permite obtener datos más fiables y evita el desplazamiento del inspector hasta la instalación de las tuberías porque el equipo comprende un dispositivo de captación que se desplaza por las tuberías para obtener imágenes precisas de los cordones de soldadura (16) y puede enviar dichas imágenes a un terminal receptor (10) en el que se generan modelos 3D de los cordones de soldadura. Comprende unas cámaras (1) simétricamente dispuestas respecto a un plano perpendicular al eje del cordón de soldadura y un sistema de iluminación. Comprende también elementos de desplazamiento y un sistema de posicionamiento para que el operario mantenga el equipo en una posición correcta respecto al eje del cordón de soldadura (16). Asimismo dispone de una primera unidad de control (11) y unas baterías para permitir su portabilidad.

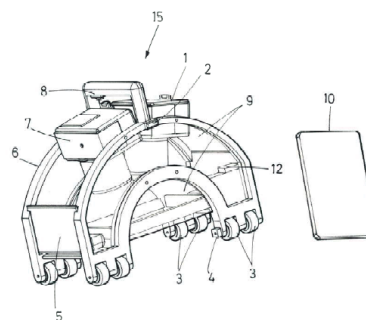


FIG.1

EQUIPO DE INSPECCIÓN DE SOLDADURA

DESCRIPCIÓN

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca dentro del campo técnico de los equipos de inspección de soldadura.

10 El equipo descrito es portable y autónomo y permite inspección remota y registro de modelos tridimensionales fotogramétricos correspondientes a soldaduras para poder realizar un análisis pormenorizado de la geometría del cordón de soldadura a distancia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

En los proyectos de tuberías de gaseoductos se emplea un elevado número de soldaduras y su extensión geográfica hace que el transporte de personal de inspección implique un elevado coste.

20 Debido a los altos requerimientos de seguridad definidos para evitar fugas de gas y pérdidas de presión, las labores de inspección de calidad en soldaduras son exigentes y conllevan una importante inversión dentro del proyecto.

25 La dificultad de la inspección visual de las soldaduras radica en la toma de medidas en zonas de geometría compleja o de difícil accesibilidad. En el estado de la técnica se conocen diferentes técnicas avanzadas para evaluar la calidad de las soldaduras y/o detectar y medir las grietas y otros defectos con más precisión que con las herramientas de uso común para detección visual.

30 Algunas de estas técnicas son por ejemplo los ultrasonidos, la resistencia eléctrica, el láser, la imagen estéreo en 2D o cámaras que escanean la soldadura. También se conocen técnicas de imagen que permiten el estudio de la propagación y el comportamiento de grietas como por ejemplo las técnicas de correlación digital de imágenes.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención describe un equipo de inspección de soldadura portable y autónomo que permite obtener datos sobre cordones de soldadura en conductos o tuberías a distancia, sin tener que ir hasta el lugar de inspección. Esto facilita mucho las labores de control de las soldaduras en instalaciones de tuberías que en muchos casos presentan difícil acceso.

El empleo de este equipo permite que la inspección in-situ la realice un operario mientras que el propio inspector puede realizar la inspección visual desde su despacho u oficina a partir de un modelo 3D generado automáticamente a partir de las imágenes obtenidas por las cámaras del camino.

El equipo permite obtener modelos tridimensionales fotogramétricos de forma automática y realizar un análisis pormenorizado de la geometría del cordón. Está especialmente destinado a su empleo para la inspección de soldaduras de conductos gasísticos y de otros de similares dimensiones (entre 16" y 40" aproximadamente).

El equipo también puede emplearse para crear una base de datos con todos los datos de las soldaduras de un proyecto de ingeniería. Esto facilita a los usuarios las consultas en caso de que se quieran realizar revisiones posteriores o investigación de averías.

El equipo comprende al menos un dispositivo de captación que se desplaza por todo el cordón de soldadura del que se quiere obtener información. En dicho dispositivo de captación se encuentran dos cámaras encargadas de la toma de imágenes del cordón de soldadura, medios de iluminación para que las imágenes tomadas por las cámaras se vean claras y un sistema de posicionamiento que permite al operario mantener la posición correcta del dispositivo de captación respecto al eje del cordón de soldadura.

El sistema de posicionamiento comprende preferentemente un proyector láser para proyectar una línea de luz láser sobre el eje del cordón de soldadura. El operario va desplazando el dispositivo de captación sobre el cordón de soldadura manteniendo la línea de láser sobre el eje de dicho cordón en todo momento. El sistema de posicionamiento está dispuesto, preferentemente, en la cara frontal y en la cara posterior del dispositivo de captación.

Cuando el operario ha alineado la línea de luz láser con el eje del cordón de soldadura, desplaza el dispositivo de captación alrededor del perímetro de la sección de la tubería siguiendo el cordón de soldadura.

- 5 Las cámaras están equipadas, preferentemente, con objetivos macro y captan imágenes convergentes hacia el centro del cordón de soldadura mientras el operario va desplazando el dispositivo de captación por la tubería. Con estas fotografías la unidad de control reconstruye los modelos de nube de puntos para obtener el modelo 3D del cordón de soldadura.
- 10 El desplazamiento del dispositivo de captación sobre la tubería se puede realizar de forma cómoda gracias a unas ruedas, dispuestas en dicho dispositivo de captación. El desplazamiento de las ruedas se controla mediante un odómetro que está vinculado a una unidad de control del equipo que envía una señal para toma de imágenes cada cierta distancia recorrida. De esta forma se consigue que los pares de fotografías tomados queden
- 15 equidistanciados entre sí a lo largo de toda la longitud del cordón de soldadura.

Las imágenes tomadas se almacenan en una memoria que también forma parte del equipo. Adicionalmente dichas imágenes se pueden enviar a un terminal receptor, que también es parte del equipo. Generalmente el terminal receptor lo tiene el inspector de soldaduras que

20 recibe los datos directamente desde el dispositivo de captación. Preferentemente se emplea un protocolo de transmisión de datos telemático. El inspector dispone de las tomas fotográficas listas para la reconstrucción fotogramétrica del cordón de soldadura.

Preferentemente la comunicación entre el dispositivo de captación y el terminal receptor se

25 realiza en tiempo real mediante comunicación inalámbrica con transmisión de datos en tiempo real.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 30 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva del dispositivo de captación que se desplaza por el perímetro del cordón de soldadura.

Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva desde un ángulo diferente del dispositivo de captación de la figura 1.

Figura 3.- Muestra una vista del equipo de inspección de soldaduras con el dispositivo de captación y el terminal receptor.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación se describe, con ayuda de las figuras 1 a 3, un ejemplo de realización de la presente invención.

El equipo de inspección de soldadura permite realiza fotogrametría de rango cercano con lente macro y microscópica para inspeccionar cordones de soldadura en tuberías.

El equipo de inspección comprende unos medios de emisión-recepción con:

- un primer medio de emisión-recepción que se encuentra en un dispositivo de captación (15) portable estando dicho dispositivo de captación (15) configurado para ser desplazado alrededor del cordón de soldadura (16) en la tubería, y

- un segundo medio de emisión-recepción que se encuentra en un terminal receptor (10) y que está vinculado al primer medio de emisión-recepción.

Los medios de emisión-recepción permiten el intercambio de información entre el dispositivo de captación (15) que está operado por una persona situada en la instalación a inspeccionar y entre el terminal receptor (10) que está en posesión del inspector que puede estar trabajando desde su propia oficina. Preferentemente el primer medio de emisión-recepción y el segundo medio de emisión-recepción están vinculados entre sí mediante comunicación inalámbrica.

El dispositivo de captación (15) se desplaza manualmente por medio de un operario siguiendo completamente el cordón de soldadura (16) hasta realizar un recorrido de 360° alrededor de la tubería. Dicho dispositivo de captación (15) comprende al menos un bastidor (6) en el que se encuentran unas cámaras (1) para toma de las imágenes del cordón de

soldadura (16), elementos de desplazamiento para permitir el desplazamiento sobre la tubería a inspeccionar, un sistema de iluminación para asegurar la buena calidad de las imágenes tomadas por las cámaras (1) y trabajar en condiciones de ausencia de luz, una primera unidad de control (11) que gestiona las cámaras (1) y las imágenes tomadas por ellas y una batería (13). Preferentemente el dispositivo de captación (15) comprende dos cámaras (1).

Las cámaras (1) son al menos dos y están dispuestas de forma simétrica con respecto a un plano destinado a quedar perpendicular al eje del cordón de soldadura (16). Preferentemente las cámaras (1) llevan objetivos macro para obtener imágenes con mayor precisión y resolución. El ángulo entre los ejes de enfoque fijo y optimizado para obtener la mejor calidad del modelo fotogramétrico es de entre 10° y 20°, preferentemente 15°. Asimismo el dispositivo de captación (15) comprende un primer elemento de comunicación en comunicación con una memoria y un sistema de control para poder enviar las imágenes captadas. Las cámaras (1) están unidas al bastidor (6) mediante unos soportes (7) que permiten adaptar la inclinación de las cámaras (1).

El terminal receptor (10) puede comprender una segunda unidad de control configurada para recibir las imágenes de las cámaras y generar un modelo 3D del cordón de soldadura (16) a partir de las imágenes de las cámaras (1) recibidas en los segundos medios de emisión-recepción.

El dispositivo de captación (15) comprende también, tal como se ha indicado antes, unos elementos de desplazamiento configurados para permitir el desplazamiento del dispositivo de captación (15) sobre las tuberías. En un ejemplo de realización como el mostrado en las figuras, los elementos de desplazamiento son unas ruedas (3) de alta rugosidad. Como se aprecia por ejemplo en la figura 3, el eje de las ruedas (3) está destinado a quedar perpendicular al eje del cordón de soldadura (16). Las ruedas (3) tienen que estar permanentemente en contacto con la tubería, así como tienen que tener una rugosidad suficiente para fijar el dispositivo de captación (15) y que solo pueda desplazarse en un grado de libertad a través del perímetro de la sección de la tubería, evitando cualquier desplazamiento lateral accidental debido al pulso del operador.

Para que el dispositivo de captación (15) sea portátil y autónomo, comprende al menos una batería (13). Como se ha descrito previamente, el dispositivo de captación (15) comprende una primera unidad de control (11) y puede disponer de una memoria para almacenamiento de las imágenes. Asimismo el dispositivo de captación (15) comprende un primer elemento de comunicación para enviar las imágenes y los datos captados durante la inspección de la soldadura desde la primera unidad de control (11).

Forma parte también del equipo de inspección un terminal receptor (10) con un segundo elemento de comunicación vinculado al primer elemento de comunicación. Dicho terminal receptor (10) puede ser por ejemplo una tableta o un ordenador. El inspector puede estar en cualquier ubicación, como por ejemplo en su propio despacho, y recibir todas las imágenes en el momento en el que son tomadas por el dispositivo de captación (15) (controlado por un operario que sí está en el lugar de la instalación a revisar).

Preferentemente, para permitir la portabilidad del equipo de inspección, el primer elemento de comunicación y el segundo elemento de comunicación son emisores y receptores inalámbricos. El terminal receptor (10) puede también enviar datos al dispositivo de captación (15) para controlar parámetros de calidad de las imágenes, la distancia a la que se toman las imágenes entre sí, etc. en función de las necesidades o de parámetros determinados por el inspector.

El dispositivo de captación (15) comprende adicionalmente un sistema de posicionamiento con al menos un proyector láser (1). Preferentemente el sistema de posicionamiento comprende dos proyectores láser (2) situados en las caras frontal y posterior del bastidor (6) que proyectan cada uno de ellos una línea recta de luz láser destinada a colocarse sobre el eje del cordón de soldadura (16). Preferentemente se dispone un proyector láser (2) en la parte delantera del dispositivo de captación (15) y otro en la parte trasera para evitar cualquier desalineamiento durante el trabajo. El operario solo tiene que colocar la línea recta de luz láser de manera coincidente con el cordón de soldadura (16) tanto en la posición delantera como en la trasera. Una vez alineado por ambas posiciones, la rugosidad de las ruedas (3) impide cualquier desplazamiento que no sea el de trabajo.

Para controlar el avance del dispositivo de captación (15) a lo largo del cordón de soldadura (16), el equipo puede comprender en el propio dispositivo de captación (15) un odómetro (4) que mide la distancia angular recorrida. Preferentemente el odómetro (4) está conectado a las

cámaras a través de la primera unidad de control (11) de forma que las cámaras toman una imagen cada determinada distancia recorrida.

El dispositivo de captación (15) comprende preferentemente, como se muestra en la figura 1, una pluralidad de paneles traslúcidos (9) unidos al bastidor (6) dispuestos de forma que cubren al menos parcialmente dicho bastidor (6). El objetivo de los paneles traslúcidos (9) es evitar, en condiciones de alta iluminación, los reflejos sobre el cordón de soldadura (16), que degradarían el resultado final. El equipo comprende también un sistema de iluminación que está incluido en el dispositivo de captación (15) y que comprende una pluralidad de LEDS (14). Los LEDS (14) están dispuestos en la cara interior del bastidor (6), orientados de manera que al colocar el dispositivo de captación (15) en la tubería, iluminan el cordón de soldadura (16) de la tubería. El objetivo de dichos LEDS (14) es iluminar de forma homogénea el cordón de soldadura (16) en condiciones de ausencia de luz.

Preferentemente la carcasa (6) tiene una configuración arqueada, diseñada de forma que el centro del arco quede alineado con el cordón de soldadura (16) cuando el dispositivo de captación (15) se desplaza a lo largo de dicho cordón de soldadura (16). El diámetro del arco marca la separación entre las ruedas (3).

El equipo de inspección de soldadura descrito es de alta precisión ya que incorpora un sistema fotogramétrico que mejora la precisión de las tomas de medidas con respecto a los métodos manuales tradicionales.

Adicionalmente el equipo de la presente invención permite la captura de imágenes automatizada ya que el movimiento lineal del dispositivo de captación es procesado por la unidad de control (11) para gestionar el momento óptimo de disparo de las cámaras (1). Además el equipo permite obtener la geometría 3D del cordón de soldadura (16) sin necesidad de patrones y/o tarjetas externas artificiales.

El equipo es sencillo de manejar ya que el operador solo necesita seguir el sistema de posicionamiento durante la toma de imágenes e indicar el inicio y el final. Además, el manejo del dispositivo de captación (15) se puede hacer de forma cómoda tanto por operadores diestros como zurdos, y el diseño del dispositivo de captación (15) está diseñado para poder ser utilizado en tuberías de diferentes diámetros.

Otras ventajas adicionales que aporta el equipo de la presente invención son un bajo coste del dispositivo de captación, una reducción del coste de la inspección ya que el inspector no tiene que desplazarse hasta el lugar de la instalación que hay que revisar. El equipo es portable y autónomo y no necesita ninguna conexión de alimentación ni de datos externa. Además
5 permite almacenar en la memoria o en una base de datos del terminal receptor todos los modelos tridimensionales de soldaduras para revisiones futuras.

Los medios de emisión-recepción del dispositivo de captación (15) y del terminal receptor (10) permiten la comunicación en ambos sentidos para que el inspector que está en su
10 oficina, lejos de la propia zona de inspección, pueda, por ejemplo, seleccionar los parámetros que mejor convengan para la toma de imágenes. De esta forma el inspector puede controlar la distancia a la que se toman las imágenes, la resolución de las imágenes, la iluminación en cada zona de las tuberías, etc. El envío de las imágenes tomadas con el
15 dispositivo de captación (15) al terminal móvil (10) se realiza también mediante dichos medios de emisión-recepción.

REIVINDICACIONES

1.- Equipo de inspección de soldadura para inspección de cordones de soldadura (16) en tuberías caracterizado por que comprende unos medios de emisión-recepción con un
5 primer medio de emisión-recepción que se encuentra en un dispositivo de captación (15) y con un segundo medio de emisión-recepción que se encuentra en un terminal receptor (10) y que está vinculado al primer medio de emisión-recepción, y el dispositivo de captación (15) comprende un bastidor (6) en el que se encuentran:

- al menos dos cámaras (1),
- 10 -unos elementos de desplazamiento,
- un sistema de iluminación configurado para iluminar el cordón de soldadura (16) durante la toma de imágenes con las cámaras (1),
- una primera unidad de control (11) que gestiona los disparos de las cámaras (1) y las imágenes tomadas,
- 15 -al menos una batería.

2.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que el primer medio de emisión-recepción y el segundo medio de emisión-recepción están vinculados entre sí mediante comunicación inalámbrica.

20

3.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que los elementos de desplazamiento del dispositivo de captación (15) comprenden unas ruedas (3) .

25 4.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que el dispositivo de captación (15) comprende adicionalmente un sistema de posicionamiento con al menos un proyector láser (2) que proyecta una línea recta de luz láser destinada a colocarse sobre el eje del cordón de soldadura (16).

30 5.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que el dispositivo de captación (15) comprende adicionalmente un odómetro (4).

6.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que el odómetro (4) está conectado a las cámaras (1) a través de la unidad de control (11) de

forma que las cámaras (1) toman una imagen cada determinada distancia recorrida.

5 7.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que comprende adicionalmente una unidad de memoria para almacenamiento de las imágenes tomadas por las cámaras (1).

8.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que las cámaras (1) comprenden objetivos macro.

10 9.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que el sistema de iluminación comprende una pluralidad de diodos LED (14) unidos al bastidor (6).

15 10.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que las cámaras (1) están orientadas con un grado de inclinación entre sí comprendido entre 10° y 20°.

20 11.- Equipo de inspección de soldadura según la reivindicación 1 caracterizado por que el dispositivo de captación (15) comprende adicionalmente una pluralidad de paneles traslúcidos (9) unidos al bastidor (6).

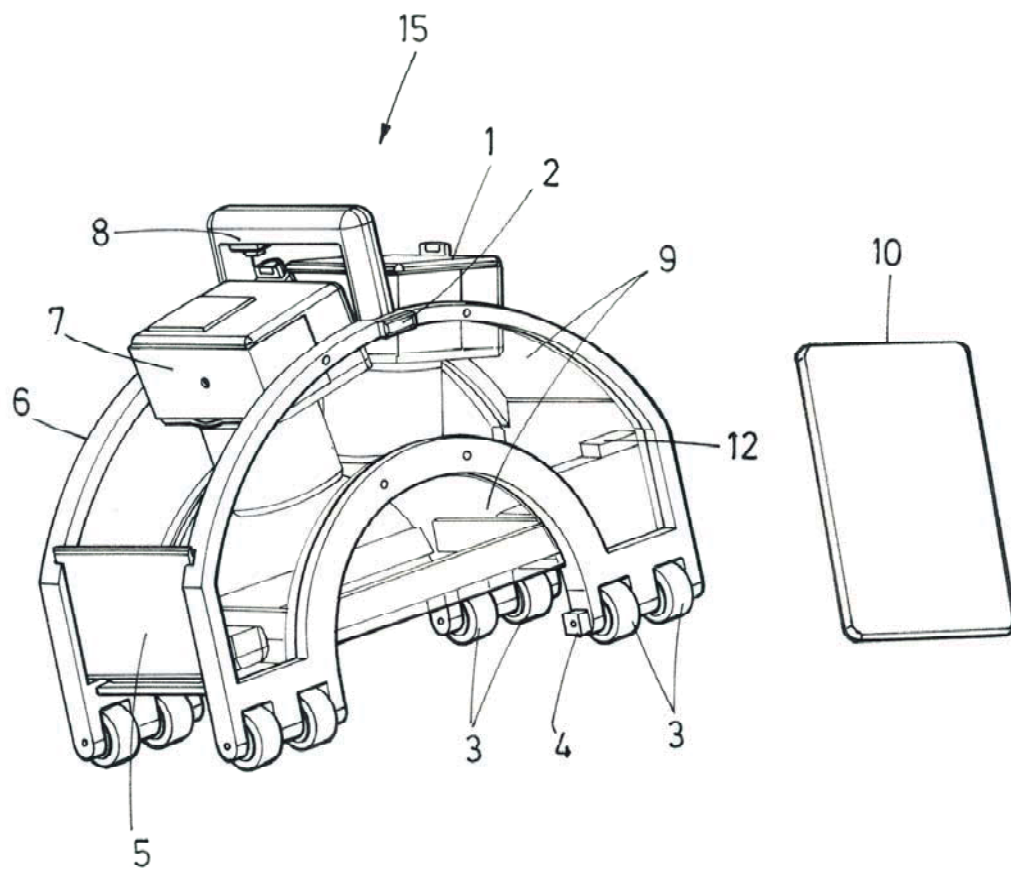


FIG.1

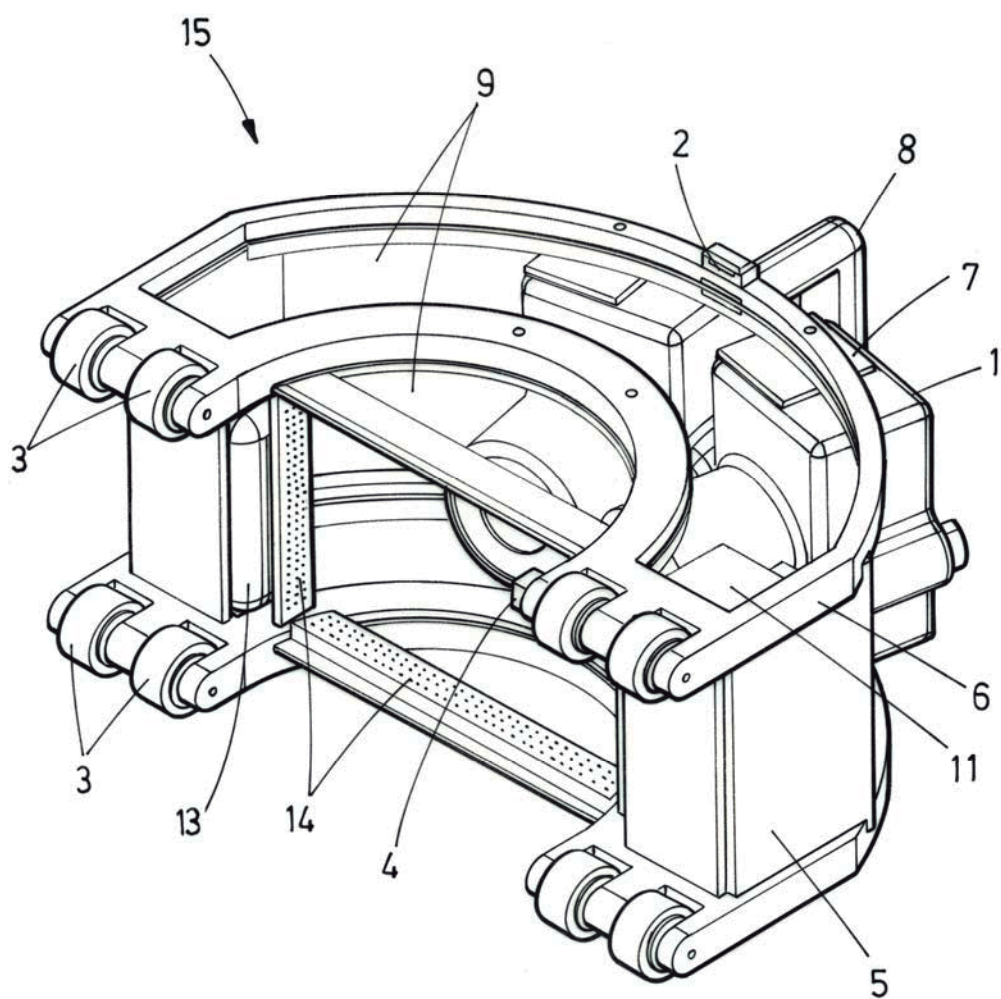


FIG.2

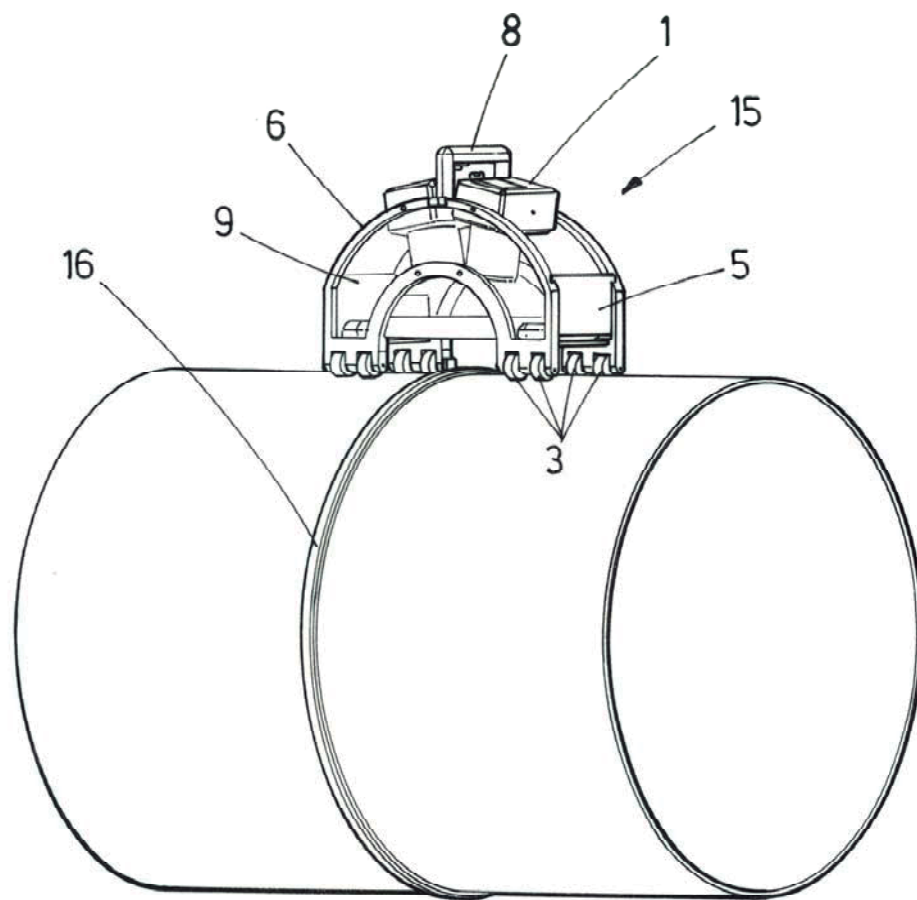


FIG.3