

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 329**

51 Int. Cl.:

**G01M 3/40** (2006.01)

**G01N 21/952** (2006.01)

**G01N 21/95** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2017 PCT/TH2017/000001**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.07.2017 WO17123166**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2017 E 17730285 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 3259570**

54 Título: **Detector móvil y métodos para inspeccionar objetos alargados similares a un tubo en un equipo**

30 Prioridad:

**15.01.2016 NL 2016102**

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

**20.06.2019**

73 Titular/es:

**RAYONG ENGINEERING AND PLANT SERVICE  
CO., LTD. (100.0%)**

**1 Siam Cement Road Bangsue Sub-District  
Bangsue District  
Bangkok Metropolis 10800, TH**

72 Inventor/es:

**RUTTANASUPA, PAWIN;  
YANANONT, TERDSAK;  
UMPAWANWONG, SANTIPAP;  
PANDUM, PAISAL y  
SEANBUNSIRI, KANJANAS**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

ES 2 717 329 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**

Detector móvil y métodos para inspeccionar objetos alargados similares a un tubo en un equipo

**5 Sector de la técnica**

La invención se refiere a un aparato o un detector móvil y el método para inspeccionar objetos alargados similares a un tubo en un equipo, tales como tubos, tuberías o bobinas. La invención también se refiere a un código de programa para la identificación de una propiedad de estado (por ejemplo, el tiempo de vida útil restante esperado) de unos objetos alargados similares a un tubo, tales como tuberías o bobinas.

**Estado de la técnica**

Es necesario investigar por fugas los objetos alargados similares a un tubo, tales como una tubería o una bobina. Los objetos alargados similares a un tubo, tales como tuberías, bobinas (radiantes) o tubos, pueden requerir una inspección en su superficie exterior. En algunos casos, la inspección es necesaria durante la operación. La inspección puede comprender medir una propiedad de estado que puede usarse para calcular una propiedad de estado.

Para estimar el tiempo de vida útil restante de bobinas/tuberías, un sensor puede comprobar el espesor de la carburación difundida en las bobinas/tuberías, que se usan en los hornos de producción de olefinas para evaluar el tiempo de vida útil restante. La invención puede aplicarse a cualquier cámara de combustión para craquear hidrocarburos. En un ejemplo, se mide la cantidad de carbono de cada bobina. El carbono se filtrará en el metal debido al proceso de combustión. El valor de medida se denomina "carburación", que es una unidad menor. Se trata del cambio de intensidad magnética y esta medición se ha desarrollado y patentado por la empresa Kubota. Los factores que pueden usarse para determinar el tiempo de vida útil son la "carburación" y el "cálculo de fluencia" (teoría del daño de los materiales).

Se hace referencia al documento US 5.128.613, que se incluye por referencia en su totalidad. Cualquiera de los sensores y dispositivos de lectura y procesamiento indicados mencionados en el documento US 5.128.613 pueden combinarse con cualquiera de las realizaciones de la presente invención. Cualquiera de los valores medidos mencionados en el mismo pueden usarse como valores de indicación de estado en la solicitud actual.

En un ejemplo, se mide la carburación en un tubo o una tubería. En un ejemplo, se usa radiación, por ejemplo, magnética, para medir una propiedad de tubería para permitir el cálculo del espesor de la tubería. A continuación, dichos datos se registran en una hoja de comprobación de datos. Los datos registrados se evalúan para establecer el estado de la bobina/tubo, lo que permite estimar el tiempo de vida útil restante de ese tubo o sección de tubo.

Para permitir la detección, es necesario instalar andamios para trabajar a gran altura, por ejemplo, 12 metros. Los operarios tienen que trabajar a gran altura, en espacios confinados y puede haber una gran cantidad de polvo de coque mezclado en el aire. Por lo tanto, puede provocar problemas de seguridad y salud a los operarios. Además, instalar andamios resulta costoso y lleva tiempo. Se necesita más tiempo para la preparación del trabajo y llevará tiempo comprobar los resultados de los valores medidos.

Una investigación sobre equipos, tales como tuberías, se ha desvelado en la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 5.698.854, que se refiere a un aparato y un método para inspeccionar y medir el espesor de las tuberías. Los operarios pueden medir el espesor de la carburación de cada bobina usando un dispositivo de mano, véase la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 5.128.613 A.

Además, una investigación sobre objetos alargados similares a un tubo, tales como tuberías, se ha desvelado en la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2009/0120215A1 relacionada con un sistema de escaneo para tuberías mediante el uso del detector móvil y un método para mantener la posición del detector móvil que se mueve por las tuberías para garantizar la integridad de las tuberías.

El documento US2010/0275694 A1 desvela un escáner de tubería que comprende un collar, un unidad axial y una unidad de escaneo circunferencial. La unidad de escaneo puede desplazarse alrededor de la circunferencia exterior del collar. Una desventaja de estos escáneres es que el collar está dimensionado para ajustarse alrededor de la circunferencia de la tubería. En consecuencia, el usuario está obligado a obtener un collar circular que tenga las dimensiones correctas (por ejemplo, el diámetro) para ajustarse a la tubería. Esto no es conveniente en términos de tiempo y dinero. Además, es imposible o no conveniente obtener mediciones de tuberías convexas dobladas o tuberías con una superficie irregular.

El documento US2012/0215348 A1 se refiere a un vehículo que tiene un módulo de bastidor y una herramienta de pista. La herramienta de pista se instala en el módulo de bastidor y proporciona estabilidad y propulsión a la plataforma de trabajo para el tránsito axial. El bastidor de sensor soporta sensores para la medición.

Los aparatos y métodos de la técnica anterior sufren de un problema provocado por irregularidades en la superficie del objeto alargado similar a un tubo, tales como su doblado, convexidad, etc. Estas irregularidades provocan errores en la medición y crean dificultades para interpretar los datos medidos.

**5 Objeto de la invención**

Por lo tanto, un objetivo es resolver un problema en la medición de datos a lo largo de un objeto alargado similar a un tubo que tiene irregularidades superficiales. En particular, el objeto similar a un tubo puede estar doblado.

10 Un primer objetivo de la invención se refiere a un aparato montado alrededor de un objeto alargado similar a un tubo para inspeccionar dicho objeto alargado similar a un tubo, comprendiendo el aparato un cuerpo para moverse a lo largo del objeto alargado similar a un tubo sujetando una superficie exterior del objeto similar a un tubo, un bastidor de sensor que comprende uno o más sensores para medir una o más propiedades de indicación de estado del objeto similar a un tubo; y una o más conexiones de cuerpo a bastidor de sensor para conectar el bastidor de sensor al cuerpo. De acuerdo con la invención, la una o más conexiones de cuerpo a bastidor de sensor están dispuestas para permitir una posición relativa ajustable entre el bastidor de sensor y el cuerpo, y la una o más conexiones de cuerpo a bastidor de sensor están dispuestas para permitir el mantenimiento de una posición de el uno o más sensores con respecto al objeto similar a un tubo.

20 En consecuencia, se proporciona un aparato que puede moverse a lo largo de la superficie exterior del objeto similar a un tubo para medir las propiedades de ese objeto similar a un tubo a lo largo de su longitud. El aparato se acopla al objeto similar a un tubo sujetándolo, de tal manera que pueda ascender a lo largo del tubo. Para sujetar el objeto similar a un tubo, el aparato se acopla al objeto similar a un tubo, por ejemplo, desde diferentes lados, incluidos sus lados opuestos. Para ascender por el objeto similar a un tubo, el aparato puede tener una o más ruedas. La una o más propiedades de indicación de estado que se miden pueden usarse para, por ejemplo, determinar el tiempo de vida útil restante de la bobina/tubería. Una realización a modo de ejemplo usa/determina/mide la carburación de las bobinas/tuberías como una propiedad de indicación de estado.

30 En consecuencia, la invención proporciona un aparato que tiene un bastidor de sensor que tiene uno o más sensores, bastidor de sensor que se coloca, por un lado, con respecto al cuerpo a través de la conexión de cuerpo a bastidor de sensor y que se coloca, por otro lado, con respecto al tubo. La posición que tendrá el bastidor de sensor dependerá, durante el uso, de la posición del cuerpo al que se conecta a través de la conexión y de la posición del tubo al que se acopla. La posición que tendrá el bastidor de sensor con respecto al tubo está de acuerdo con una cierta relación. El bastidor de sensor puede autocentrarse. Esto permite que el aparato siga las curvas en los tubos, mientras que mantiene los sensores en una posición determinada, por ejemplo, a una cierta distancia, del tubo curvado. El cuerpo moverá el aparato a lo largo del tubo y, por lo tanto, moverá la conexión de cuerpo a bastidor de sensor a lo largo del tubo. Sin embargo, la conexión de cuerpo a bastidor de sensor no fija completamente la posición del bastidor de sensor al cuerpo, ya que la conexión de cuerpo a bastidor de sensor está dispuesta para permitir al menos un grado de libertad del bastidor de sensor y, por lo tanto, también del sensor, con respecto al cuerpo. Esto permite un movimiento limitado del bastidor de sensor con respecto al cuerpo y este movimiento permite colocar el bastidor de sensor de tal manera que entre el sensor y el tubo se mantenga una cierta relación, por ejemplo, la distancia.

45 En una realización, el bastidor de sensor tiene unos medios de colocación para mantener una relación entre el uno o más sensores y la constante de tubo. La relación puede ser una distancia. Los medios de colocación permiten mantener una distancia constante entre el objeto similar a un tubo y los uno o más sensores. Preferentemente, se mantiene una distancia constante en una dirección radial con respecto al tubo. De esta manera se evita la inestabilidad de el o los sensores. Los medios de colocación para disponer la distancia predeterminada pueden ser uno o más elementos de empuje, preferentemente uno o más resortes.

50 En una realización, se proporciona una unidad de colocación, que puede comprender los medios de colocación, que permite colocar el bastidor de sensor con respecto al tubo. El bastidor de sensor puede mantenerse por la unidad de colocación en una posición predeterminada desde la superficie exterior del objeto similar a un tubo. La posición se mantiene incluso en un tubo curvado o en un tubo con una superficie exterior irregular. La una o más conexiones de cuerpo a bastidor de sensor permiten que el sensor y el bastidor de sensor se muevan al menos en un grado de libertad, de tal manera que el bastidor de sensor pueda moverse con respecto al cuerpo en una posición en la que el sensor se mantiene en una cierta posición con respecto al objeto similar a un tubo.

60 En una realización, la unidad de colocación incluye medios para mantener el bastidor de sensor en una posición predeterminada en el objeto alargado similar a un tubo, por ejemplo, medios de autocentrado. Por ejemplo, al sujetar el tubo por tres o más lados, se obtiene una configuración de autocentrado en la que la configuración de sujeción guiará el bastidor de sensor a una posición predeterminada con respecto al eje del tubo.

65 En una realización, las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor están dispuestas para mantener el bastidor de sensor a una distancia del cuerpo, preferentemente en frente o detrás del cuerpo en una primera dirección o dirección de impulsión del aparato. La primera dirección es una dirección a lo largo del tubo. El cuerpo puede

moverse en esa primera dirección a lo largo del objeto alargado similar a un tubo. La conexión de cuerpo a bastidor de sensor hace que el bastidor de sensor siga la posición en la primera dirección. Incluso en un tubo curvado o en un tubo con una superficie exterior irregular, el bastidor de sensor puede mantenerse y propulsarse/moverse por las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor.

5 En una realización, las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor permiten que el bastidor de sensor se bloquee rotatoriamente con respecto al cuerpo. En una realización, las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor están dispuestas para permitir que el bastidor de sensor se mueva perpendicular a la primera dirección, con el fin de permitir que el aparato pase una curva en el objeto alargado similar a un tubo.

10 Una conexión de basculación puede ser parte de la conexión de cuerpo a bastidor de sensor. Al hacer bascular el bastidor de sensor en una posición autocentrada en relación con la curva de una tubería, se permite que el bastidor de sensor siga esa curva mientras mantiene una relación fija con el tubo. En las realizaciones, las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor incluyen una o más ranuras, que pueden comprender dos o más ranuras que son perpendiculares entre sí. Al proporcionar la conexión de cuerpo a bastidor de sensor con una primera ranura, se obtiene una relación deslizante, lo que permite un grado de libertad entre el bastidor de sensor y el cuerpo. Por ejemplo, se proporciona una ranura que se extiende en una dirección generalmente perpendicular al tubo sujetado. Puede proporcionarse una segunda ranura, por ejemplo, perpendicular a una primera ranura, para proporcionar un segundo grado de libertad. La segunda ranura también puede extenderse en una dirección perpendicular a la dirección del tubo.

20 En una realización, la unidad de sensor comprende, por ejemplo, como parte de la unidad de colocación, un elemento de acoplamiento de objetos alargados similares a un tubo, tal como uno o más elementos de empuje, preferentemente uno o más resortes, para ejercer una fuerza de empuje o de restauración contra un objeto alargado similar a un tubo. De esta manera, aunque haya irregularidades en la superficie del objeto alargado similar a un tubo, puede mantenerse la distancia entre uno o más sensores y el objeto alargado similar a un tubo.

25 En una realización, se proporcionan dos o más elementos de acoplamiento de objetos alargados similares a un tubo en diferentes posiciones en el bastidor, acoplando el objeto similar a un tubo en diferentes localizaciones. Preferentemente, la localización incluye al menos dos lados opuestos del objeto similar a un tubo. Esto permite acoplar el objeto similar a un tubo desde diferentes lados.

30 Preferentemente, los elementos de acoplamiento de objetos alargados similares a un tubo comprenden un elemento de empuje para ejercer una fuerza sobre la superficie del objeto similar a un tubo. Esto dará como resultado, si el objeto similar a un tubo se sujeta desde múltiples lados, una fuerza de sujeción sobre el objeto similar a un tubo. Al conectar los elementos de acoplamiento de objetos alargados similares a un tubo al bastidor de sensor, el bastidor se coloca con respecto al objeto alargado similar a un tubo.

35 En una realización, se montan varios sensores en el bastidor de sensor. Preferentemente, se montan dos, tres, cuatro o más sensores en el bastidor de sensor. En una realización, un sensor es parte de una unidad de sensor. La unidad de sensor puede comprender un imán y un sensor magnético. La unidad de sensor puede comprender cualquier sensor que pueda proporcionar información sobre el estado de la superficie del objeto similar a un tubo, por ejemplo, un sensor ultrasónico, un sensor de corriente de Foucault, una cámara de video, una cámara, una unidad de rayos X, etc. El sensor puede comprender una memoria, tal como una tarjeta SD, en la que se almacenan los datos medidos, tal como la propiedad de indicación de estado.

40 En una realización en la que los elementos de acoplamiento colocan los sensores con respecto a los elementos alargados similares a un tubo y en la que los elementos de acoplamiento están en una constelación de acoplamiento de lados diferentes, preferentemente opuestos, el bastidor de sensor puede moverse con respecto a los diferentes sensores. En esta realización, el bastidor de sensor coloca (por ejemplo, bloqueando el bastidor de sensor alrededor del objeto similar a un tubo) los sensores, en general, uno con respecto a otro, mientras que los elementos de acoplamiento de objetos similares a un tubo colocan los sensores a una distancia predeterminada de la superficie del tubo. Los sensores pueden moverse, por ejemplo, a lo largo de un solo eje con respecto al bastidor de sensor, en particular, pueden moverse con un grado de libertad. La constelación de los lados opuestos también permite anular las fuerzas de empuje hacia fuera ejercidas sobre la superficie del tubo por los elementos de empuje. Dicha constelación, por ejemplo, con tres, cuatro, cinco, seis o más sensores y elementos de acoplamiento de objetos similares a un tubo, da como resultado un bastidor de sensor autocentrado o estabilizado 2-d.

45 En una realización, el cuerpo para moverse a lo largo del objeto similar a un tubo comprende un impulsor para el movimiento. El cuerpo puede comprender un dispositivo de sujeción para acoplar el objeto similar a un tubo en el exterior. La sujeción es tal que es posible el movimiento a lo largo de la tubería. El dispositivo de sujeción puede comprender medios de adaptación para adaptar la sujeción a tuberías de diferentes tamaños. Mientras el objeto similar a un tubo asciende, el aparato puede tener una velocidad constante, en particular dicha velocidad constante puede ser de 3,5 m/min.

65

En una realización, se monta un elemento magnético en el bastidor de sensor para generar un campo magnético, y el uno o más sensores están dispuestos para medir un cambio en el campo magnético. El elemento magnético puede ser un imán permanente o un electroimán. El cambio en el campo magnético representa las propiedades de indicación de estado, como la carburación. El sensor puede comprender un medidor de tensión para medir una diferencia de tensión que representa el cambio del campo magnético, tal como una diferencia de tensión producida por el efecto Hall.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método para inspeccionar un objeto alargado similar a un tubo, comprendiendo el método:

- inspeccionar un objeto similar a un tubo usando un aparato que se sujeta al objeto similar a un tubo;
- impulsar el aparato a lo largo del objeto alargado similar a un tubo;
- colocar uno o más sensores para la inspección del tubo conectando el sensor al aparato impulsado para seguir la impulsión a lo largo del objeto alargado similar a un tubo y acoplar el tubo para mantener una distancia entre el sensor y el objeto alargado similar a un tubo.

En consecuencia, la posición del sensor se mantiene con respecto al tubo debido a una relación entre el bastidor de sensor y el tubo, mientras que el mismo bastidor de sensor se mueve a lo largo del tubo impulsado por el aparato que se sujeta en el tubo.

El aparato puede incorporarse en un detector móvil y un método para inspeccionar un objeto alargado similar a un tubo, tal como bobinas, tuberías o tubos, que es parte del objeto alargado similar a un tubo. El equipo puede ser parte de hornos para la producción de olefinas o tubos en las calderas de producción de papel, etc. El detector y el método de inspección comprenden medir una propiedad del equipo, tal como bobinas o tubos, propiedad que puede usarse para proporcionar una indicación de estado de equipo para el estado del equipo, las bobinas y/o los tubos. Una posible indicación de estado puede ser el tiempo de vida útil restante. En una realización, se monitoriza la cantidad de carbono en las bobinas o tubos, lo que permite estimar el tiempo de vida útil restante de la bobina o el tubo.

De acuerdo con un aspecto de la invención, un detector móvil y un método para inspeccionar el equipo, pudiendo el equipo inspeccionarse en diversas localizaciones a lo largo de las bobinas o tubos durante la operación. La detección comprende mover el detector a lo largo de las bobinas/tubos. El detector y el método permiten la detección de una indicación de estado de equipo. En una realización, la carburación se mide usando un sensor que se mantiene a una distancia predeterminada del tubo durante la detección. La distancia se mantiene entre la superficie del objeto alargado similar a un tubo a inspeccionar y un sensor mientras el detector se mueve a lo largo del tubo o las bobinas. Mantener la distancia constante durante la medición continua de detección en circunstancias similares, por ejemplo, también cuando la superficie del equipo está doblada, es convexa o rugosa, ofrece además información precisa rápidamente sin coste ni tiempo de instalación de andamios. Los operarios no tienen que trabajar en un espacio confinado y en la zona con mucho polvo de coque mezclado en el aire. Esto podría eliminar los problemas de seguridad y salud de los operarios en caso de investigación de bobinas en los hornos de producción de olefinas.

En una realización, el detector móvil para inspeccionar el objeto alargado similar a un tubo comprende

- una primera parte, tal como una parte impulsora, para moverse a lo largo del equipo a inspeccionar; y
- una segunda parte, tal como una parte de control y monitorización, para controlar el movimiento de la parte impulsora y dispuesta para la inspección, medición y evaluación de los datos medidos.

Las dos partes del detector móvil pueden ensamblarse sobre el objeto alargado similar a un tubo a inspeccionar. Las dos partes pueden conectarse entre sí usando una conexión ajustable. La conexión ajustable puede escalarse de acuerdo con el tamaño de un objeto alargado similar a un tubo. La conexión ajustable permite adaptar la distancia a la que las dos partes del detector móvil se mantienen una con respecto a otra. Esta distancia depende del tamaño del tubo o la bobina a inspeccionar. En una realización, la distancia puede variarse durante el uso.

El detector móvil está provisto de un dispositivo sensor. El dispositivo sensor se monta en un bastidor de sensor que está dispuesto para evitar la inestabilidad de la inspección mientras se mueve. El sensor está dispuesto para inspeccionar el objeto alargado similar a un tubo y enviar señales al ordenador para presentar los datos al instante (en tiempo real). En otra realización, los datos medidos se almacenan en un medio de almacenamiento, como una tarjeta SD (tarjeta digital segura).

Otra característica de la presente invención proporciona un software para controlar el aparato y/o para obtener y procesar los datos obtenidos por la medición de un sensor que se mueve a lo largo de un objeto similar a un tubo.

En una realización, el robot solo se usa para medir datos. La estimación del tiempo de vida útil se calcula mediante el software en un ordenador que recibe los datos medidos, por ejemplo, a través de una conexión inalámbrica con el robot o conectando una tarjeta SD con los datos grabados al ordenador con software.

**Descripción de las figuras**

5 Las figuras 1a-1c muestran tres realizaciones respectivas de acuerdo con la presente invención de una parte impulsora 1 y una parte de control y monitorización 2 que pueden montarse en un objeto alargado similar a un tubo C a inspeccionar.

Las figuras 2a-2c muestran vistas desde arriba de tres realizaciones respectivas de una parte impulsora de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 3a-c muestran vistas laterales de tres realizaciones respectivas de la parte impulsora de acuerdo con la presente invención.

10 Las figuras 4a-4c muestran vistas desde arriba de tres realizaciones respectivas de la parte de control y monitorización de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 5a-5c muestran tres vistas laterales de tres realizaciones respectivas de la parte de control y monitorización de acuerdo con la presente invención.

15 Las figuras 6a-6c muestran tres vistas frontales de tres realizaciones respectivas de un conjunto de sensores de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 7a-7c muestran tres vistas desde arriba de tres realizaciones respectivas de un conjunto de sensores de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 8a-8c muestran tres vistas frontales de tres realizaciones respectivas del conjunto de bastidor de sensor ajustable de acuerdo con la presente invención.

20 Las figuras 9a-9c muestran tres vistas desde arriba de tres realizaciones respectivas del conjunto de bastidor de sensor ajustable de acuerdo con la presente invención.

La figura 10 muestra un diagrama de operación esquemático.

La figura 11 muestra una vista lateral de una realización del aparato ensamblado en un objeto similar a un tubo curvado.

25 Las figuras 12 y 13 muestran una vista detallada de un bastidor de sensor de acuerdo con una realización de la invención.

**Descripción detallada de la invención**

30 A continuación, se describen diversas características y las ventajas más evidentes del detector móvil de acuerdo con la presente invención por referencia a los dibujos adjuntos.

Las figuras 1a a 9a muestran una primera realización del detector móvil para inspeccionar los equipos activos de acuerdo con la invención. Las figuras 1b a 9b muestran una segunda realización, y las figuras 1c a 9c muestran una tercera realización. La invención se describirá principalmente con referencia a la primera realización. Algunas adaptaciones se describirán con referencia a las otras dos realizaciones ilustradas. Las partes similares en las realizaciones segunda y tercera se indicarán con un número de referencia que incluye la letra b o c, respectivamente. Sin embargo, estará claro para los expertos en la materia que muchas otras realizaciones son posibles dentro del alcance de la invención desvelada.

35 El aparato (detector móvil) es adecuado para la inspección de la superficie exterior de unos objetos alargados similares a un tubo, tales como tuberías, bobinas y/o tubos. El equipo activo, tal como los objetos alargados similares a un tubo, pueden ser hornos de producción de olefinas, producción de cemento o bobinas o tubos en las calderas de producción de papel, etc. Además, la presente invención podría usarse para investigar cualquier característica de un objeto alargado similar a un tubo que quisiera inspeccionarse, tal como recto o curvado, y también podría usarse para inspeccionar el objeto alargado similar a un tubo que está dispuesto en cualquier dirección tal como vertical, horizontal, inclinada, etc.

40 En la realización mostrada, una primera parte 1 está dispuesta como una parte impulsora. Está equipada como un impulsor e incluye elementos móviles, tales como ruedas, para permitir el movimiento a lo largo de una tubería C. Una segunda parte 2 está dispuesta como una parte de procesamiento. La parte de procesamiento puede realizar funciones de control y monitorización. Puede controlar la parte impulsora 1 proporcionando instrucciones al impulsor.

45 En una realización, la primera parte impulsora 1 puede ensamblarse junto con una segunda parte de control y monitorización 2, para inspeccionar el equipo activo C. El detector móvil comprende una conexión ajustable 36 que puede escalarse de acuerdo con el equipo activo C. El detector móvil comprende varios sensores 3. Preferentemente, el detector móvil, más específicamente un bastidor de sensor 15 en el que están montados los sensores 3, tiene medios para evitar la inestabilidad de la inspección del conjunto de sensores durante el movimiento, que se describirá junto con las figuras 6 y 7. Para evitar la inestabilidad del sensor, el aparato y, preferentemente, el bastidor de sensor 15, comprende medios para mantener una distancia predeterminada entre el tubo y el sensor. Además, el detector móvil tendrá medios para enviar una señal a un ordenador para presentar los datos al instante (en tiempo real) o el detector móvil comprende una estación para conectar una tarjeta SD en la que se almacenan los datos medidos.

50 En una realización, la primera parte impulsora 1 puede ensamblarse junto con una segunda parte de control y monitorización 2, para inspeccionar el equipo activo C. El detector móvil comprende una conexión ajustable 36 que puede escalarse de acuerdo con el equipo activo C. El detector móvil comprende varios sensores 3. Preferentemente, el detector móvil, más específicamente un bastidor de sensor 15 en el que están montados los sensores 3, tiene medios para evitar la inestabilidad de la inspección del conjunto de sensores durante el movimiento, que se describirá junto con las figuras 6 y 7. Para evitar la inestabilidad del sensor, el aparato y, preferentemente, el bastidor de sensor 15, comprende medios para mantener una distancia predeterminada entre el tubo y el sensor. Además, el detector móvil tendrá medios para enviar una señal a un ordenador para presentar los datos al instante (en tiempo real) o el detector móvil comprende una estación para conectar una tarjeta SD en la que se almacenan los datos medidos.

55 Las figuras 1a-1c muestran tres realizaciones. A continuación, la parte delantera del detector móvil es el lado superior del detector móvil mostrado en las figuras 1a-1c. La parte trasera es la parte inferior del detector móvil.

60 Las figuras 1a-1c muestran tres realizaciones. A continuación, la parte delantera del detector móvil es el lado superior del detector móvil mostrado en las figuras 1a-1c. La parte trasera es la parte inferior del detector móvil.

65 Las figuras 1a-1c muestran tres realizaciones. A continuación, la parte delantera del detector móvil es el lado superior del detector móvil mostrado en las figuras 1a-1c. La parte trasera es la parte inferior del detector móvil.

En una realización, el detector móvil para inspeccionar el equipo activo comprende una primera parte, tal como una parte impulsora 1 para moverse a lo largo de una bobina o tubo C del equipo activo cuya bobina o tubo va a inspeccionarse.

5 Las figuras 1-3 muestran la parte impulsora 1 de acuerdo con tres vistas laterales respectivas. La primera realización comprende:

- un primer bastidor de ruedas 4 sobre el que se montan las ruedas delanteras 5;
- un motor 6 para impulsar las ruedas delanteras 5;
- 10 - un segundo bastidor de ruedas 7, sobre el que se montan las ruedas traseras 8;
- una correa de transmisión 9 para transferir la potencia de las ruedas delanteras 5 a las ruedas traseras 8; y
- un propulsor de ruedas 10 que se instala entre un árbol 51 de las ruedas traseras 8 y en el área trasera del primer bastidor de ruedas 4.

15 El primer bastidor de ruedas es un ejemplo de un bastidor que puede ser parte de la primera parte o parte impulsora 1 del detector móvil. El primer bastidor de ruedas 4 permite el montaje de las ruedas delanteras 5, que son un ejemplo de una posible realización para permitir que el detector móvil se mueva a lo largo del tubo o bobina C. En otra realización, puede usarse una oruga en lugar de las ruedas 5. Las ruedas 5 se montan en el bastidor por un árbol 52. Las ruedas pueden comprender neumáticos inflables.

20 En una realización, las ruedas delanteras 5 comprenden un conjunto de ruedas pequeñas 11 y un conjunto de ruedas grandes 12, que están dispuestas en el mismo árbol 52. El conjunto de ruedas pequeñas 11 está dispuesto entre el conjunto de ruedas más grandes 12. De manera similar, las ruedas traseras 8 comprenden un conjunto de ruedas más pequeñas 13 y ruedas más grandes 14, que están dispuestas en el mismo árbol 51, estando las ruedas más pequeñas dispuestas entre las ruedas más grandes 14, como se muestra en la figura 2. El hecho de proporcionar unas ruedas delanteras 5 y unas ruedas traseras 5, 8, que comprenden un conjunto de ruedas pequeñas 11, 13 y un conjunto de ruedas grandes 12, 14, respectivamente, hace que puedan usarse con diversos tamaños de objetos similares a un tubo C. La inspección de tubos o bobinas de diferentes tamaños puede hacerse rápida y fácilmente sin necesidad de reemplazar las ruedas para que se adapten al tamaño del objeto similar a un tubo C. Por ejemplo, si el objeto similar a un tubo C tiene pequeñas tuberías o bobinas, tales como de un diámetro de 5,08 cm (2 pulgadas), podría aplicarse un conjunto de ruedas pequeñas 11, 13 o, si el equipo activo C son tuberías o bobinas con un tamaño grande, tal como un diámetro de 10,16 cm (4 pulgadas), también podría aplicarse el conjunto de ruedas grandes 12, 14, etc.

35 Otra realización de la parte impulsora 1 puede comprender:

- un primer bastidor de ruedas (4) que comprende un primer subconjunto de ruedas (5);
- un segundo bastidor de ruedas (7) que comprende un segundo subconjunto de ruedas (8);
- 40 - un motor (6) para impulsar tanto el primer subconjunto de ruedas (5) como el segundo subconjunto de ruedas (8); y
- un engranaje y un árbol para transferir la potencia del primer subconjunto de ruedas al segundo subconjunto de ruedas, estando el engranaje y el árbol dispuestos, preferentemente, en el mismo árbol que el primer subconjunto de ruedas.

45 En esta realización, el motor 6 impulsa tanto las ruedas delanteras como las ruedas traseras a través de un engranaje y un árbol. Para ello, el engranaje y el árbol pueden colocarse en el centro del primer bastidor de ruedas delantero 4. El resultado es la reducción de las partes de transferencia de potencia. El motor puede colocarse en el centro del primer bastidor de ruedas 4. El resultado es que el motor puede impulsar tanto el primer subconjunto de ruedas delantero 5 como el segundo subconjunto de ruedas trasero 8. En otra realización, pueden usarse conexiones de cuña o de pasador en lugar de un tornillo para conectar el engranaje con el árbol. La ventaja de esto es que reduce la pérdida de potencia durante la transmisión de potencia. En una realización adicional, pueden añadirse elementos de empuje (propulsión) tales como resortes tanto a las ruedas delanteras como a las ruedas traseras de la parte impulsora 1.

55 Preferentemente, el aparato puede tener un conjunto de engranaje para la transmisión de potencia en lugar de una correa para reducir la parte consumible y aumentar la fiabilidad. Más preferentemente, el aparato puede tener un engranaje impulsado por motor colocado en el centro para transmitir potencia a la parte superior e inferior de las ruedas y, de este modo, evitar el estrés en el lado superior. Más preferentemente, el motor puede impulsar el engranaje colocado en el centro y transmitir potencia a la parte superior e inferior de las ruedas. Esto puede proporcionar más equilibrio, menos estrés, y puede mantener la distancia del aparato con respecto a un objeto similar a un tubo usando un resorte para absorber la fuerza tanto en la parte superior como en la parte inferior de los conjuntos de ruedas. Además, la última configuración puede ajustarse automáticamente por sí misma mediante el mecanismo de resorte a través del objeto similar a un tubo curvado (véase la figura 11).

65 En las realizaciones, los bastidores de ruedas primero y segundo están conectados de manera pivotante a la primera parte 1. Además, tanto el primer bastidor de ruedas como el segundo bastidor de ruedas están conectados a

la primera parte sobre los elementos de propulsión, de modo que ambos, los bastidores de ruedas primero y segundo, se propulsan hacia el tubo.

5 En la segunda y tercera realización, las ruedas de tamaños diferentes están ausentes. Como se ve en la segunda y tercera realización, las ruedas 12b, 12c están colocadas internamente con respecto al bastidor 4b, 4c, respectivamente. Al mover las ruedas hacia dentro, las ruedas 12b, 12c pueden combinarse con más equipos C de diferentes tamaños.

10 En el bastidor 4 de la primera parte 1, se monta un motor 6. El motor 6 está dispuesto para impulsar las ruedas delanteras 5. Una transmisión conecta el árbol de motor con el árbol 52 de las ruedas delanteras 11,12. El motor 6 puede ser un motor eléctrico o de combustión. El motor 6 puede controlarse a distancia. El motor 6 es un ejemplo de un impulsor que puede usarse para el detector móvil de acuerdo con la invención.

15 La tercera realización, las figuras 1c y 2c, muestra una transmisión 53c que puede comprender engranajes para transmitir la potencia de impulsión sobre las ruedas delanteras 11,12.

20 En la primera realización, una correa de transmisión 9 transfiere la potencia de las ruedas delanteras 5 a las ruedas traseras 8. La correa de transmisión 9 se tensa usando las ruedas de tensión 54. Evidentemente son posibles otras realizaciones para transferir potencia a las ruedas traseras 8. En una realización, están presentes impulsores separados para las ruedas delanteras y traseras. En una realización, en lugar de la correa de transmisión, se usan un engranaje y un árbol para transferir potencia.

25 Las ruedas traseras 8 se montan en un árbol 51 que está conectado al segundo bastidor de ruedas 7, 7b, 7c por cojinetes. El segundo bastidor de ruedas 7 puede pivotar de acuerdo con la flecha 55, 55b, 55c alrededor de un eje 56, 56b, 56c que se extiende hacia fuera/hacia dentro del papel. Un propulsor de ruedas 10 conecta el segundo bastidor de ruedas 7 al primer bastidor de ruedas 4 de la parte impulsora 1. El propulsor de ruedas 10 tiene unos cojinetes 60, 60b, 60c. El propulsor de ruedas 10 propulsa el segundo bastidor de ruedas 7 y, en consecuencia, las ruedas traseras 8 para sujetar el equipo activo C. El propulsor de ruedas también actúa sobre las ruedas delanteras 5 y las ruedas delanteras 27 y las ruedas traseras 28 montadas en el segundo bastidor 2 para sujetar el tubo/bobina del equipo activo C. El brazo de conexión 36 de una longitud adecuada transfiere la potencia de acoplamiento. El propulsor de ruedas 10 puede comprender un resorte o cualquier dispositivo similar que ejerza una fuerza de empuje hacia una posición predeterminada. En una realización, el propulsor de ruedas 10 puede estar compuesto por una palanca controlable que puede controlarse por un controlador de dispositivo. Esto permitirá configurar la cantidad de pivotamiento de la segunda parte de bastidor 7 con respecto a la primera parte de bastidor 4 y permitirá configurar el detector móvil para acoplarse con un objeto similar a un tubo de un tamaño predeterminado. El control adicional permite configurar la fuerza de agarre/acoplamiento del detector móvil sobre el objeto similar a un tubo C.

35 En una realización, el detector móvil para inspeccionar el objeto similar a un tubo comprende una segunda parte, tal como la parte de control y monitorización 2 para moverse a lo largo del objeto alargado similar a un tubo C del equipo activo cuya bobina o tubo va a inspeccionarse.

40 En una realización, la segunda parte está dispuesta como la parte de control y monitorización 2 para controlar el movimiento de la parte impulsora 1. La segunda parte puede comprender unos dispositivos dispuestos para la inspección, medición y evaluación de los datos medidos.

45 En una realización, la segunda parte 2, como se muestra en las figuras 1, 4 y 5, comprende entre otros:

- 50 - un bastidor de ruedas 16 para soporte de movimiento, que está conectado al conjunto de bastidor de sensor desmontable y ajustable 15 mediante una conexión ajustable;
- un conjunto de bastidor de sensor desmontable y ajustable 15; y
- un conjunto de control y transceptor 17, que está montado en el bastidor de ruedas 16 para soporte de movimiento.

55 Tres realizaciones de la invención se muestran en las figuras respectivas 1, 4 y 5. En una primera realización, el bastidor de ruedas 16 para soporte de movimiento comprende:

- 60 - un bastidor 26;
- unas ruedas delanteras 27, que están dispuestas en la parte delantera del bastidor 26;
- unas ruedas traseras 28, que están dispuestas en el extremo trasero del bastidor 26.

65 De acuerdo con la presente invención, las ruedas delanteras 27 comprenden un conjunto de ruedas pequeñas 29 y un conjunto de ruedas grandes 30. Las ruedas delanteras están dispuestas en el mismo árbol 62. El conjunto de ruedas pequeñas 29 está dispuesto entre el conjunto de ruedas grandes 30. Además, las ruedas traseras 28 se montan de manera similar usando cojinetes en un árbol 63 al bastidor de ruedas 16. El conjunto de ruedas pequeñas 31 está dispuesto entre el conjunto de ruedas grandes (32). Las ruedas grandes y pequeñas permiten acoplar objetos similares a un tubo de diferentes tamaños.

Los árboles 62, 63 de las ruedas delanteras y traseras 27, 28 tienen una posición fija con respecto al bastidor 26.

En las realizaciones segunda y tercera, el bastidor 26b, 26c es más cerrado. Esto evita la entrada de polvo en la segunda parte 2, lo que a su vez evita daños, por ejemplo, a los circuitos eléctricos.

5 De acuerdo con la invención, un sistema de conexión ajustable 70, 70b, 70c conecta la primera parte 1 y la segunda parte 2 del detector móvil.

10 El sistema de conexión ajustable 70 puede comprender, como se muestra en las figuras 1 y 5, un primer conjunto de brazos de conexión 36, de los cuales un extremo se fija al bastidor de ruedas 16 de la segunda parte de control y monitorización 2 y de los cuales el otro extremo puede conectarse al primer bastidor de ruedas 4. La conexión a la primera parte 1 puede desmontarse y ajustarse. En particular, un brazo rígido 36 está provisto de unos espacios 37 para realizar una conexión con un eje bloqueado 38, que está montado en el bastidor de ruedas 4. Los múltiples espacios 37 permiten fijar la primera parte 1 y la segunda parte 2 a una distancia predeterminada entre sí, distancias predeterminadas que pueden configurarse de acuerdo con el tamaño de las bobinas o tubos que van a inspeccionarse.

El brazo 36 puede estar provisto de unos agujeros 47 para la reducción de peso.

20 El montaje del brazo 36 al segundo bastidor de ruedas 26 puede realizarse por uno de los medios de conexión adecuados conocidos por los expertos en la materia. En una realización se usa una fijación de bloqueo y desbloqueo.

25 El sistema de conexión ajustable 70 puede comprender además un segundo conjunto de brazos de conexión 39. Un extremo de los brazos de conexión 39 puede conectarse con el conjunto de bastidor de sensor 15 sobre un cojinete de pivotamiento y el otro extremo puede conectarse de manera pivotante al primer brazo de conexión 36. Un tercer conjunto de brazos de conexión 40, uno de cuyos extremos está conectado al primer brazo de conexión 36. Cerca del otro extremo hay una ranura 41 en la que se guía un eje de control 42 del segundo brazo de conexión 39. Además, un cuarto conjunto de brazos de conexión 43, uno de cuyos extremos está fijado al segundo brazo de conexión 39 y el otro extremo está provisto de una ranura 44 en la que se guía el eje de control 45. El eje de control 45 se fija al conjunto de bastidor de sensor desmontable y ajustable 15.

35 Proporcionar las conexiones ajustables, tales como las ranuras 41, 44, permite un ajuste rápido y fácil de la parte impulsora 1 y la parte de control y monitorización 2 al equipo activo C.

El bastidor de sensor 15 con las unidades de sensor 3 se conecta a través de la una o más conexiones de cuerpo a bastidor de sensor 39, 40, 43, 72b, 72c a las partes de bastidor primera y segunda.

40 Las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor comprenden unos brazos de conexión 39, 40, 43 que permiten ajustar la posición del bastidor de sensor desmontable y ajustable 15 con respecto a la segunda parte 2. Las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor no fijan completamente la posición del bastidor de sensor con respecto al cuerpo, pero permiten al menos un grado de libertad, en al menos una dirección perpendicular a la dirección principal del tubo. Esto permite mantener el bastidor de sensor 15 en una posición en relación con las bobinas o tubos, incluso si estas bobinas/tubos están doblados. Las unidades de colocación en el bastidor de sensor o en el uno o más sensores hacen uso de este grado de libertad para colocar el bastidor de sensor o los sensores con respecto al tubo, preferentemente de acuerdo con una relación predeterminada. Esto permite mantener los sensores en una posición predeterminada con respecto a la superficie de las bobinas/tubos, lo que a su vez no influye en las propiedades medidas de los tubos/bobinas.

50 En las realizaciones segunda y tercera, las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor 39, 40, 43 se retiran y se sustituyen por una ranura de eje 72b y 72c, que monta de manera deslizante el brazo 39b y 39c respectivamente. Las ranuras 72 y el brazo 39 forman las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor. Los bastidores de sensor 15b y 15c se conectan a los brazos 39b y 39c, respectivamente.

55 La una o más conexiones permiten el movimiento relativo del bastidor de sensor 15 con respecto a las partes de bastidor 1, 2. Como se explicará a continuación, el bastidor de sensor 15 y las unidades de sensor 3 de acuerdo con una realización de la invención proporcionan un mecanismo de colocación autocentrado, que colocará el bastidor de sensor 15 con respecto al tubo C. Las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor que comprenden los brazos 39, 40, 43 y las ranuras 72b, 72c proporcionan una posición general del bastidor de sensor 15 con respecto a las partes de bastidor 1, 2, mientras que el bastidor de sensor 15 con las unidades montadas 3 se acopla con el objeto alargado similar a un tubo C para ajustar con precisión la posición con respecto al objeto similar a un tubo C.

65 La constelación de autocentrado del bastidor de sensor 15 permite que el bastidor de sensor 15 se mueva con respecto a las partes de bastidor primera y segunda 1, 2, no solo debido a la superficie irregular del objeto similar a un tubo de sujeción, sino también como resultado de las curvas en el objeto alargado similar a un tubo. Incluso cuando una curva pronunciada está presente en el tubo, la unidad de sensor 3 se mantendrá en

posiciones/distancias predeterminadas con respecto a la superficie del objeto similar a un tubo, lo que a su vez da como resultado una adquisición estable de la señal de indicación de estado con los sensores representando una propiedad de indicación de estado de la superficie del tubo.

5 En una realización, el detector móvil para inspeccionar el equipo activo comprende uno o más sensores 3 para inspeccionar una bobina o tubo C del equipo activo. Los sensores 3 pueden montarse en un bastidor de sensor 15. En las figuras 8a-9c se muestran ejemplos del bastidor de sensor 15, 15b, 15c, respectivamente.

10 El bastidor de sensor 15, 15b, 15c puede desmontarse del robot de inspección móvil. En una realización, el bastidor de sensor 15 está conectado a la segunda parte 2. El bastidor de sensor 15 comprende una barra de conexión 74.

15 La figura 8a muestra cuatro unidades de sensor 3 instaladas en el bastidor de sensor desmontable y ajustable 15 usando unos tornillos 18. Las unidades de sensor 3 se montan en una posición en consonancia con el tamaño del objeto alargado similar a un tubo C a inspeccionar. Los tornillos 18 pueden permitir la colocación del sensor en diferentes posiciones. Pueden montarse dos, tres, cuatro o más sensores en el bastidor de sensor 15. Preferentemente, se aplica una posición equilibrada de sensores alrededor del objeto similar a un tubo.

20 El bastidor de sensor 15 permite rodear el tubo o bobina C. El bastidor de sensor 15 tiene un sistema de bloqueo/desbloqueo 75, de tal manera que el bastidor de sensor 15 puede cerrarse para rodear la bobina/tubo completamente. Este bastidor de sensor cerrado es más rígido.

25 En una realización, el bastidor de sensor desmontable y ajustable 15 tiene la característica de que el bastidor puede desensamblarse en partes. El bastidor de sensor puede ensamblarse en una configuración deseada y adaptarse al objeto similar a un tubo C a inspeccionar.

30 Una ventaja adicional de proporcionar un bastidor de sensor reemplazable 15 es que diferentes bastidores 15 pueden estar disponibles para diversos tamaños de equipos activos C. También es posible montar solo una parte del bastidor con un número limitado de sensores. En las realizaciones mostradas, se usan cuatro sensores 20 en cuatro unidades de sensor 3, montados en un solo bastidor de sensor 15.

35 Además, el bastidor de sensor 15 puede usarse con el equipo activo, que tiene un espacio limitado para colocar el robot de detección móvil. Por ejemplo, cuando van a inspeccionarse tuberías o bobinas que tienen un espacio limitado a su alrededor, por ejemplo, de aproximadamente 5,08 cm (2 pulgadas), uno de los sensores 20/unidades de sensor 3 puede retirarse del bastidor de sensor 15, de tal manera que quedan tres sensores 20. El bastidor de sensor proporciona flexibilidad durante el uso y podría investigar el equipo activo más rápido y también acortar el tiempo de trabajo.

Una realización, como se muestra en las figuras 6a y 7a, muestra una unidad de sensor 3 que comprende

- 40 - una carcasa de sensor 19;  
 - un sensor 20, que se coloca en la parte delantera de la carcasa de sensor 19;  
 - una unidad de carcasa de resorte 21;  
 - un resorte 23 que empuja el brazo 75 en una dirección 76;  
 - un imán permanente 25; y  
 45 - unas ruedas 24.

50 Las ruedas 24, el imán permanente 25 y el sensor 20 están montados en la carcasa de sensor 19. El imán permanente 25 crea un campo magnético. El campo magnético pasa a través del sensor 20 y a través del material del objeto alargado similar a un tubo C a inspeccionar. El imán permanente 25 está dispuesto detrás del sensor 20, como se muestra en la figura 7.

La unidad de carcasa de resorte 21 está montada en el bastidor de sensor 15. El tornillo 18 puede usarse para esta conexión.

55 En la unidad de carcasa de resorte 21, se proporciona un tornillo 22 que permite configurar una fuerza de empuje ejercida por el resorte 23 que empuja el brazo 75 en la dirección 76. El resorte 23 evitará la inestabilidad de la inspección. El resorte propulsará el sensor 20 en la dirección del tubo/bobina C. Las ruedas 24 sujetarán el objeto similar a un tubo y colocarán el sensor 20 a una distancia predeterminada de la bobina/tubo. Esto permitirá medir una propiedad de indicación de estado del tubo/bobina a una distancia predeterminada y, por lo tanto, en  
 60 circunstancias similares durante el uso del detector móvil.

Evidentemente, son posibles diferentes configuraciones para colocar el sensor y el imán permanente a una distancia predeterminada de la superficie de las bobinas/tubos del equipo.

65 En las figuras 6b y 7b y 6c y 7c se muestran otras realizaciones. La segunda realización muestra cuatro ruedas 24b colocadas centralmente. Esto permitirá colocar el sensor 20/imán 25 en una posición predeterminada para más

tubos/bobinas de tamaños diferentes.

La tercera realización muestra una carcasa de sensor 19c que se mantendrá en una posición predeterminada con respecto a la bobina/tubos por dos brazos 75c y los resortes 23c que están conectados a la unidad de carcasa de resorte 21c.

Aunque algunas de las realizaciones mostradas se refieren a sensores para investigar la contaminación de los tubos/bobinas en el equipo activo C midiendo la cantidad de carbono en las bobinas/tubos, la invención no está limitada a este tipo de sensores.

En una realización, un sensor de contacto 33, mostrado en las figuras 1 y 8, también se monta en el bastidor de sensor 15. El sensor de contacto 33 está dispuesto para detectar cuándo el bastidor de sensor 15 choca con un obstáculo. El sensor de contacto 33 puede disponerse para controlar el movimiento del detector móvil, de tal manera que cuando el sensor mide un choque con un obstáculo en la parte delantera, el detector móvil se detiene. La recopilación de datos puede detenerse. Además, el robot móvil puede retroceder automáticamente. En otra realización, el robot deja de moverse.

En una realización, el robot de detección móvil comprende una unidad de control y transceptor 17. La unidad de control y transceptor 17 puede montarse en la segunda parte 2 y puede comprender:

- un sensor de inclinación,
- un microcontrolador, y
- un transceptor.

En una realización, el sensor de inclinación mide la curvatura del objeto alargado similar a un tubo C. En una realización, se determina la curva del objeto alargado similar a un tubo.

En una realización, el microcontrolador está dispuesto para recibir datos del sensor 20, datos del sensor de contacto 33, datos del sensor de inclinación, datos del sensor de medición de distancia 34 y datos del sensor ultrasónico 35.

En una realización, el microcontrolador está dispuesto para el procesamiento de datos para controlar el detector móvil. En una realización, un programa de una memoria está disponible en el microcontrolador. El programa puede controlar la impulsión (movimiento) del robot de detección. En una realización, el microcontrolador está dispuesto para transferir datos a un transceptor.

En una realización, el microcontrolador está dispuesto para recibir órdenes de un operario, por ejemplo, a través del transceptor. Las órdenes del operario están dirigidas a controlar la operación del detector móvil.

En una realización, el transceptor recibe órdenes de un operario. La orden puede enviarse al microcontrolador. El transceptor puede recibir datos del microcontrolador y enviar los datos al controlador. Los datos pueden comprender parámetros de indicación de estado medidos por los sensores 20 y pueden comprender información con respecto a la impulsión y la operación del robot móvil.

En una realización, el robot de detección móvil comprende además un sensor de medición de distancia 34 para medir la distancia de movimiento del detector móvil. Los datos medidos por el sensor 34 pueden usarse como datos de retroalimentación que se envían al operario a través del transceptor.

Además, el robot de detección móvil puede comprender un sensor ultrasónico 35. El sensor ultrasónico 35 es un ejemplo de un sensor que puede disponerse para evitar un choque del robot con un objeto. El sensor 35 usa ondas ultrasónicas.

Los sensores 34 y 35 están cerca de un extremo trasero del bastidor 16. Evidentemente, también son posibles otras posiciones. El sensor 35 detecta en la dirección hacia atrás.

En una realización, una cámara de vídeo 46, como se muestra en las figuras 4 y 5, está dispuesta en el bastidor de sensor 15. La cámara de vídeo 46 puede proporcionar retroalimentación visual a un operario. La cámara de vídeo permite la inspección visual de localizaciones remotas del equipo activo. La cámara puede usarse para inspeccionar las condiciones externas del equipo activo C, que pueden incluir el hinchamiento y la distorsión del equipo activo C.

En una realización, los bastidores de ruedas primero y segundo 4, 7, el bastidor de sensor 15, y el bastidor de ruedas 16, así como los brazos de conexión 36 y los brazos de conexión 43 están provistos de agujeros para la reducción de peso. Esto reduce el peso del detector móvil, de tal manera que consume menos energía y puede trabajar con mayor flexibilidad.

La figura 11 muestra una realización de un aparato 1000 dispuesto en un objeto similar a un tubo curvado 1001. El aparato 1000 puede moverse en la dirección 1002 a lo largo del tubo 1001. Como el tubo 1001 está doblado, esta dirección 1002 no es recta. Como el aparato 1000 sujeta, de manera similar a otras realizaciones, el tubo 1001, y el

aparato tiene un impulsor (no mostrado en detalle), el aparato 1000 tendrá una posición a lo largo del tubo 1001 en la dirección 1002.

5 Un bastidor de sensor 1004 se conecta a través de una conexión de cuerpo a bastidor de sensor 1005 a la parte 1006 de un aparato 1000. Debido a la conexión 1005, el bastidor de sensor se mantiene por delante del aparato 1000. La posición del aparato 1000 a lo largo de la dirección 1002 determina de este modo la posición del bastidor de sensor 1004 a lo largo de la dirección 1002.

10 La conexión de cuerpo a bastidor de sensor 1005 proporciona un grado de libertad en la dirección 1010 al comprender las ranuras 1009. Esto permite que el bastidor de sensor se mueva en la dirección 1010 con respecto a la parte 1006. Otras ranuras pueden estar presentes para proporcionar un grado de libertad adicional, por ejemplo, unas ranuras que se extienden en una dirección hacia el papel de la figura 11. Los dos grados de libertad combinados son, en general, perpendiculares a la dirección 1002 del tubo, lo que permite mover el bastidor de sensor en un plano perpendicular a la dirección 1002. Esto se ilustra en las figuras 12 y 13.

15 En las realizaciones, el aparato puede reducir el estrés de la serie de transmisión de engranajes y también el equilibrio de potencia a través de las ruedas en la parte superior y la parte inferior del aparato. En la parte impulsora 1011, la caja de cambios en 1038d puede transmitir potencia a través de un árbol y, a continuación, a las ruedas 1015, 1016 en la parte superior y la parte inferior del aparato.

20 Los bastidores de ruedas 1017, 1018, que montan las ruedas 1015, 1016, se conectan de manera pivotante a la caja de cambios 1038d. El resorte 1020d y un resorte similar y/o el mismo resorte 1020ld empujan las ruedas 1015, 1016 hacia el tubo, equilibrándose el aparato por sí solo a lo largo del objeto similar a un tubo. El aparato también puede mantener la posición, ya que el resorte se contraerá y expandirá a lo largo del objeto curvado similar a un tubo. Además, este diseño permite que la parte de control 1006 también se mueva a lo largo.

25 La figura 12 muestra una vista detallada de un bastidor de sensor 1100 de un aparato, dispuesto en (la superficie exterior de) un objeto alargado similar a un tubo curvado y/o irregular 1006. El aparato 1000 puede moverse en una dirección que se extiende en una dirección hacia el papel (véase 1010 de la figura 11), esto se debe a que el aparato se mueve a lo largo de la longitud del tubo. Puesto que el tubo 1106 está doblado, esta dirección en el papel no es recta.

30 El tubo se acopla a/rodea por el bastidor de sensor 1100. Cuatro unidades de sensor (1101-1104) están dispuestas sobre el bastidor de sensor. Las unidades de sensor tienen unos elementos de empuje, por ejemplo, unos resortes. Cuando el aparato asciende por el tubo doblado o irregular, se aplican fuerzas desequilibradas. Como resultado de esta acción, las cargas de resorte sobre cada sensor no son las mismas. Esta posición de desplazamiento da como resultado una reacción de las fuerzas de resorte (F1-F4) de las unidades de sensor correspondientes. En este caso, el bastidor de sensor 1100 se ajusta por las fuerzas F1, F2 de las unidades de sensor 1101, 1102, respectivamente, que pueden ser mayores que las fuerzas F3, F4 de las unidades de sensor 1103, 1104, respectivamente.

35 Para autocentrar el tubo, los conjuntos de resortes (a-d) de las unidades de sensor y/o el bastidor de sensor retroceden a la posición equilibrada. Debido al grado de libertad mencionado anteriormente proporcionado por la conexión de cuerpo a bastidor de sensor, el bastidor de sensor puede moverse en las direcciones X e Y de las figuras 12 y 13, debido a los grados de libertad proporcionados por las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor, en una realización formada por ranuras. La posición autocentrada del tubo se muestra en la figura 13. En este caso, todos los resortes se mantienen a la misma distancia del centro del tubo. La realización del tubo curvado o desigual mostrado en la figura 12 y la figura 13 no es exhaustiva en términos de fuerza, número de sensores, configuración del bastidor de sensor, etc. La realización de la figura 12 y la figura 13 puede combinarse con la realización de la figura 11.

40 El resultado final estará en la posición central como se muestra en la figura 13.

45 De acuerdo con otra característica de la presente invención, se proporcionan métodos para inspeccionar objetos similares a un tubo. El método puede comprender las siguientes etapas:

- 50
- 55 - ensamblar el detector móvil sobre y/o alrededor del objeto similar a un tubo C a inspeccionar; se ensambla una conexión ajustable; la distancia entre dos partes de bastidor 1, 2 puede escalarse de acuerdo con el tamaño del objeto similar a un tubo; el ensamblaje puede comprender conectar un brazo rígido 36 que se extiende desde una segunda parte de bastidor 2 a un eje 38 de la primera parte de bastidor 1, comprendiendo la conexión colocar un eje 38 en un espacio correspondiente 37 en el brazo 36;
  - 60 - mover el detector móvil a lo largo del objeto similar a un tubo C a inspeccionar y realizar mediciones y posiblemente una evaluación de los datos medidos.

65 De acuerdo con la presente invención, el detector móvil está dispuesto para inspeccionar el objeto similar a un tubo C a inspeccionar mientras que el robot de detección se mueve a lo largo del equipo activo. Los sensores 3 se montan en un bastidor de sensor. El bastidor o el montaje de bastidor o la carcasa de sensor comprenden unos

5 medios que evitan la inestabilidad de la inspección mientras se mueve para inspeccionar. Los sensores 3 pueden disponerse para enviar una señal a un ordenador para presentar los datos al instante (en tiempo real). En una realización preferida, los datos se registran en una tarjeta SD que está conectada a un circuito electrónico en el robot móvil. La tarjeta SD puede extraerse de e insertarse en una ranura de un ordenador para permitir el procesamiento posterior de los datos medidos.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un método para inspeccionar un equipo activo que usa el detector móvil, que tiene una o más de las características mencionadas anteriormente.

10 Como los detalles mencionados anteriormente, es evidente que el detector móvil y el método para inspeccionar el equipo activo de acuerdo con la presente invención tienen varias ventajas y beneficios. En un ejemplo, el detector móvil puede configurarse para los diversos tamaños de los equipos activos a inspeccionar. El ensamblaje puede realizarse de manera rápida y sencilla.

15 Además o adicionalmente, el detector móvil también está dispuesto para mantener constante la distancia entre la superficie del equipo activo y uno o más sensores mientras se mueve. El resultado será que se realiza una medición estable, sin importar si la superficie del equipo activo esté doblada, o sea convexa o rugosa. Se obtiene continua y rápidamente información precisa y se alimenta, por ejemplo, a un microcontrolador y/o un transceptor.

20 La figura 10 muestra esquemáticamente el control ejercido por un operario y la retroalimentación que este recibe. Un operario tiene un ordenador 101. El ordenador comprende un encaminador inalámbrico 102 que está dispuesto para enviar y recibir datos a través de una conexión por cable hacia y desde el robot de detección móvil 100, esquemáticamente indicado por líneas de puntos. El robot 100 tiene un transceptor 103. El transceptor 103 puede enviar datos al ordenador 101. El transceptor 103 puede conectarse a un microcontrolador como se ha explicado  
25 anteriormente. El microcontrolador puede conectarse a uno o más de los sensores y/o al impulsor para controlar el movimiento. Además, puede haber una unidad de memoria 104 con una tarjeta de memoria en el robot 100. La memoria puede almacenar una copia de los datos enviados y recibidos por el transceptor 103. La tarjeta de memoria puede leerse después de una operación.

30 El ordenador 101 proporciona al operario información y permite el control del robot 100. El ordenador 101 está dispuesto para ejecutar un código de software/programa. Se muestran dos programas 110, 111. El software de control 110 permite a un operario ver 112 los datos de estado recibidos del robot 100. Como resultado de los datos de retroalimentación, el operario puede introducir una instrucción 113 que posteriormente se envía al robot con el fin de controlar las acciones del robot. Una instrucción puede ser detener el movimiento o aumentar la velocidad de  
35 movimiento del robot 100.

El software de análisis 111 en el ordenador 101 permite recibir los datos medidos por los sensores 3. Ese mismo software 111 puede tener una parte 115 que está dispuesta para procesar los datos recibidos. El software de procesamiento 115 está dispuesto para calcular, en función de la información recibida de los sensores 3 y en  
40 combinación con los datos de posición recibidos del sensor 34, las posiciones de las bobinas/tubos que tienen un tiempo de vida útil restante reducido. El software de procesamiento 115 puede procesar los datos recibidos que proporcionan una propiedad de indicación de estado y convertirlos en información que el operario pueda usar. El software de procesamiento tiene una funcionalidad de exportación 116, por ejemplo, mostrar la información de informe en una pantalla o exportar datos a un archivo que puede usarse posteriormente.

45 Dentro del alcance de la presente divulgación son posibles muchas modificaciones para los componentes de los detectores móviles mencionados anteriormente.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato montado alrededor de un objeto alargado similar a un tubo para inspeccionar dicho objeto alargado similar a un tubo, comprendiendo el aparato:

- 5 - un cuerpo (1, 2) para moverse a lo largo del objeto alargado similar a un tubo mientras sujeta una superficie exterior del objeto similar a un tubo;
- un bastidor de sensor (15, 15b, 15c) que soporta uno o más sensores (20) para medir una propiedad de indicación de estado, en el que el bastidor de sensor (15, 15b, 15c) comprende dos o más elementos de acoplamiento en diferentes posiciones en el bastidor de sensor, en el que los elementos de acoplamiento están configurados para acoplar el objeto alargado similar a un tubo en diferentes localizaciones, en el que los elementos de acoplamiento comprenden uno o más elementos de empuje (23c) para ejercer una fuerza sobre la superficie del objeto alargado similar a un tubo y colocar el bastidor de sensor con respecto al objeto alargado similar a un tubo; y
- 15 - una o más conexiones de cuerpo a bastidor de sensor (39, 40, 43, 72b, 72c) para conectar el bastidor de sensor (15, 15b, 15c) al cuerpo (1, 2), en el que las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor (39, 40, 43, 72b, 72c) están dispuestas para permitir una posición relativa ajustable entre el bastidor de sensor y el cuerpo y dispuestas para permitir mantener una posición del uno o más sensores (20) con respecto al objeto similar a un tubo.

2. El aparato de la reivindicación 1, comprendiendo el aparato unos medios para mantener una distancia predeterminada entre el uno o más sensores (20) y el objeto similar a un tubo, midiéndose la distancia en una dirección radial desde el objeto similar a un tubo.

3. El aparato de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el bastidor de sensor comprende una unidad de colocación que permite colocar el bastidor de sensor con respecto al tubo.

4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo que sujeta el tubo está dispuesto para colocar el cuerpo a lo largo de un tubo no lineal en una primera dirección, y en el que las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor están dispuestas para colocar el bastidor de sensor en una posición en esa primera dirección, preferentemente una posición por delante o por detrás del cuerpo.

5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las conexiones de cuerpo a bastidor de sensor están dispuestas para mantener el bastidor de sensor rotatoriamente fijo con respecto al cuerpo y/o el tubo.

6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una o más unidades de sensor (3), comprendiendo cada una el sensor (20), están montadas en el bastidor de sensor (15), en el que la unidad de sensor (3) comprende un elemento de acoplamiento de objetos alargados similares a un tubo, tal como una rueda, que también comprende, preferentemente, un elemento de empuje, tal como un resorte, que está dispuesto para colocar el sensor a una distancia predeterminada de la superficie del objeto alargado similar a un tubo.

7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo comprende:

- 45 - una primera parte (1) que comprende un primer conjunto de medios de sujeción de objetos alargados similares a un tubo, tales como ruedas (5);
- una segunda parte (2) que comprende un segundo conjunto de medios de sujeción de objetos alargados similares a un tubo, tales como ruedas (27, 28);
- un brazo de conexión (36) para conectar la primera parte y la segunda parte a una distancia adaptada al tamaño del tubo.

8. El aparato de la reivindicación 7, en el que la primera parte (1) comprende:

- 55 - un primer bastidor de ruedas (4) que comprende un primer subconjunto de ruedas (5);
- un segundo bastidor de ruedas (7) que comprende un segundo subconjunto de ruedas (8),

en el que los bastidores de ruedas primero y segundo están conectados de manera pivotante entre sí o al brazo de conexión (36), y/o en el que el primer bastidor de ruedas (4) y/o el segundo bastidor de ruedas (7) comprenden, preferentemente, un elemento propulsor (10) para ejercer una fuerza de empuje contra el segundo bastidor de ruedas, el primer bastidor de ruedas y/o la primera parte.

9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la primera parte (1) comprende:

- 65 - un primer bastidor de ruedas (4) que comprende un primer subconjunto de ruedas (5);
- un segundo bastidor de ruedas (7) que comprende un segundo subconjunto de ruedas (8);
- un motor (6) para impulsar el primer subconjunto de ruedas; y
- una transmisión (9), como una correa o un engranaje y un árbol, para transferir potencia desde el primer

subconjunto de ruedas al segundo subconjunto de ruedas, en el que, preferentemente, la transmisión (9) está dispuesta en el mismo árbol que el primer subconjunto de ruedas.

5 10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un elemento magnético (23) está montado en el bastidor de sensor (15, 15b, 15c) para generar un campo magnético y el uno o más sensores (20) están dispuestos para medir un cambio en el campo magnético.

11. Un método para inspeccionar un objeto alargado similar a un tubo, comprendiendo el método:

10 - inspeccionar el objeto alargado similar a un tubo usando un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10 que se sujeta al objeto similar a un tubo;  
- impulsar el aparato a lo largo del objeto alargado similar a un tubo;  
- colocar uno o más sensores (20) para inspeccionar el objeto alargado similar a un tubo conectando el sensor al  
15 aparato impulsado para seguir la impulsión a lo largo del objeto alargado similar a un tubo y acoplar el objeto alargado similar a un tubo para mantener una distancia entre el sensor y el objeto alargado similar a un tubo.

12. El método de la reivindicación 11, en el que mantener la distancia entre el sensor y el objeto alargado similar a un tubo comprende ejercer una fuerza de restauración contra el objeto alargado similar a un tubo.

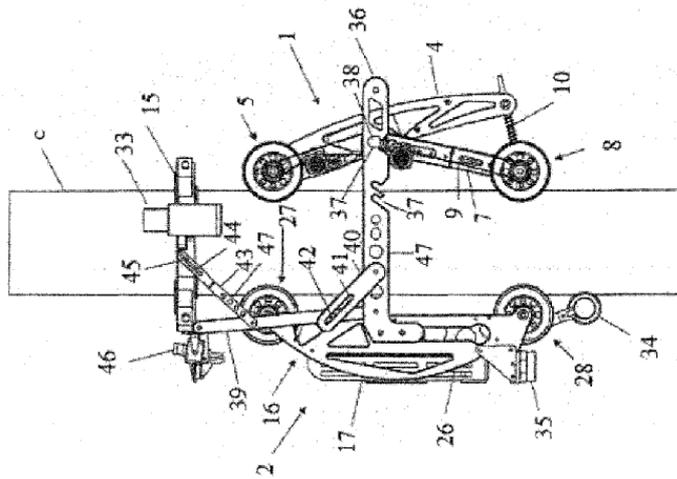


fig. 1a

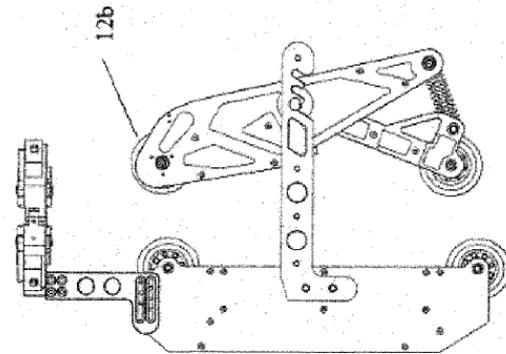


fig. 1b

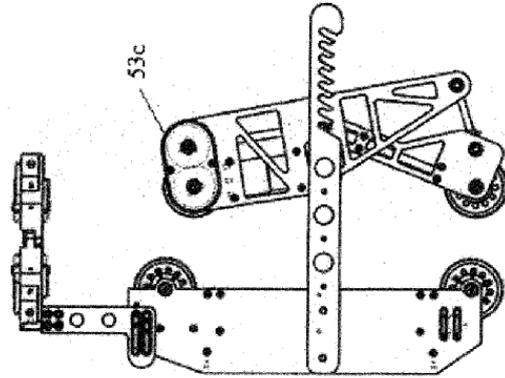


fig. 1c

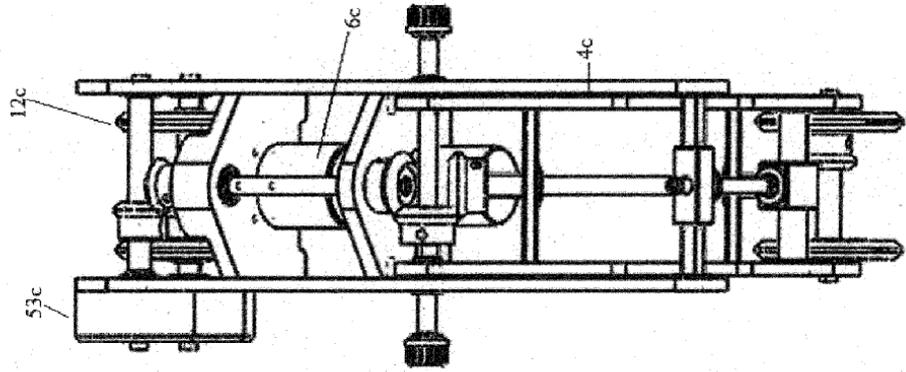


fig. 2c

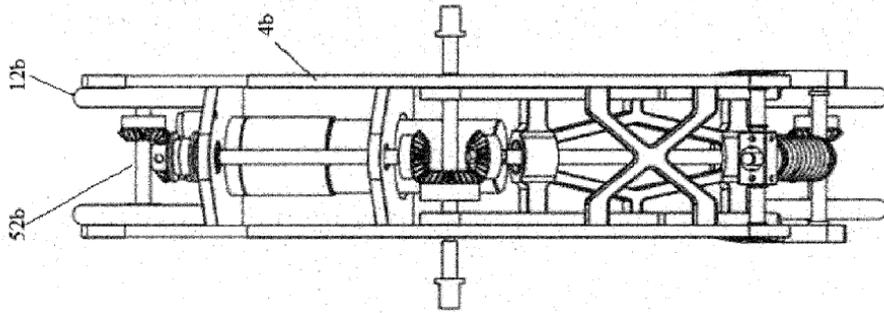


fig. 2b

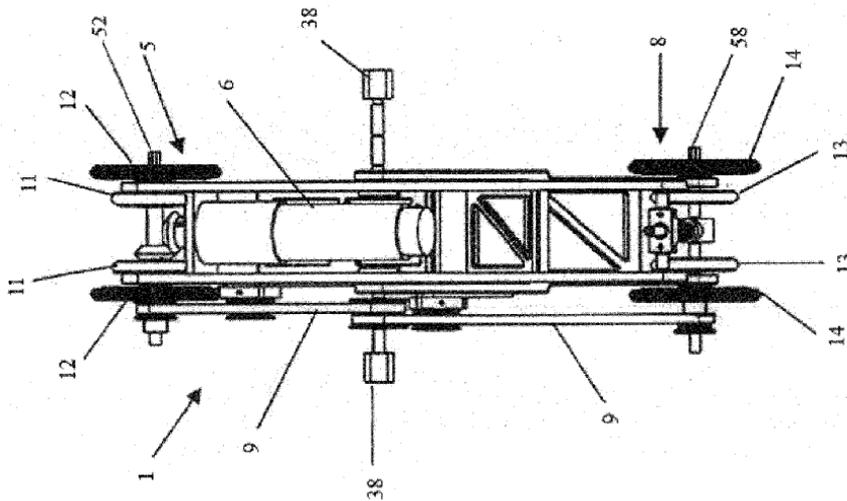


fig. 2a

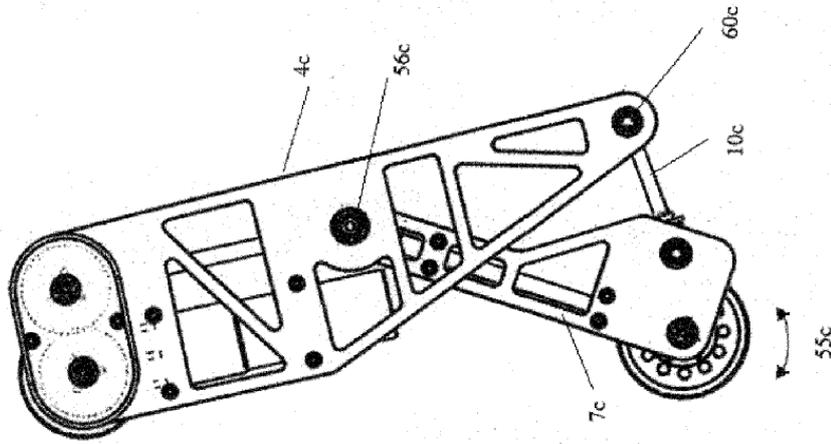


fig. 3c

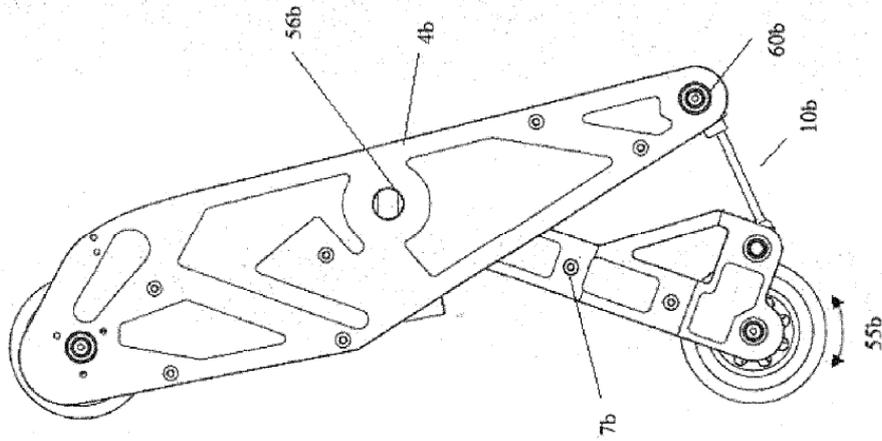


fig. 3b

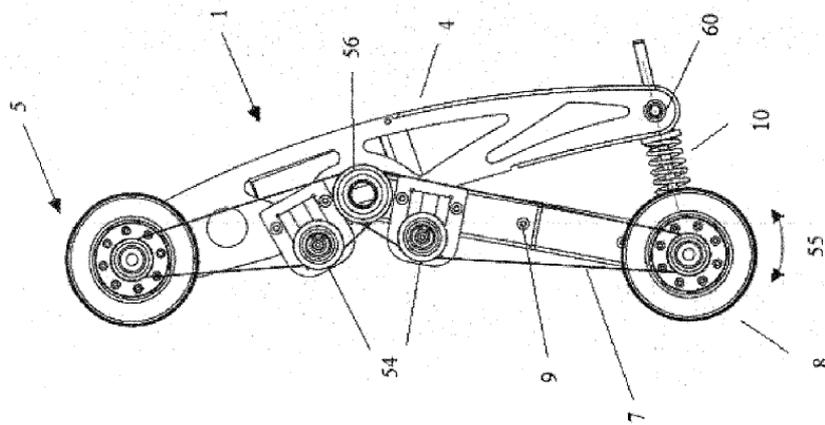


fig. 3a

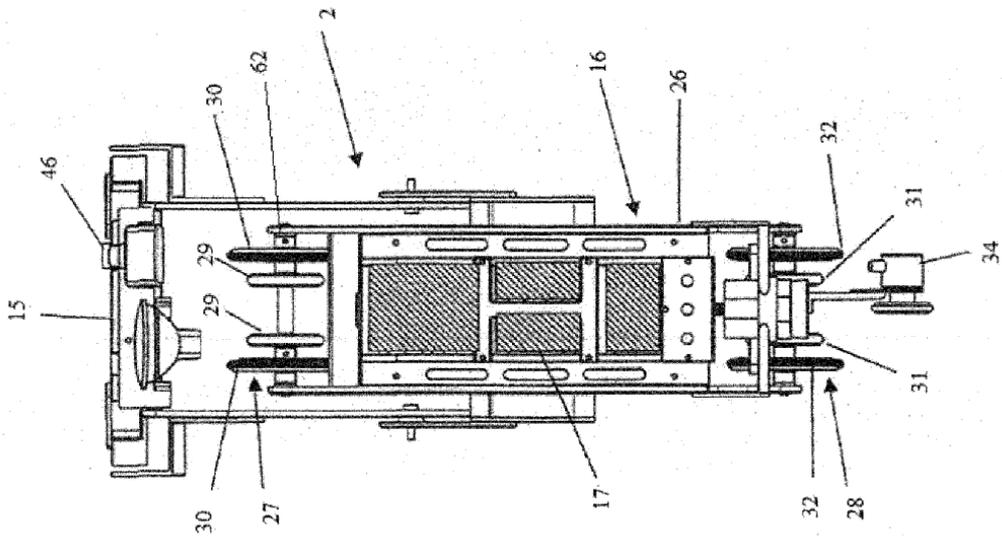


fig. 4a

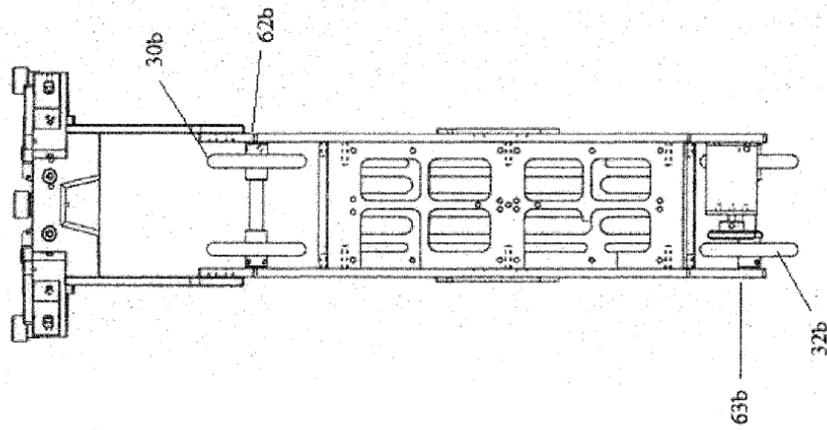


fig. 4b

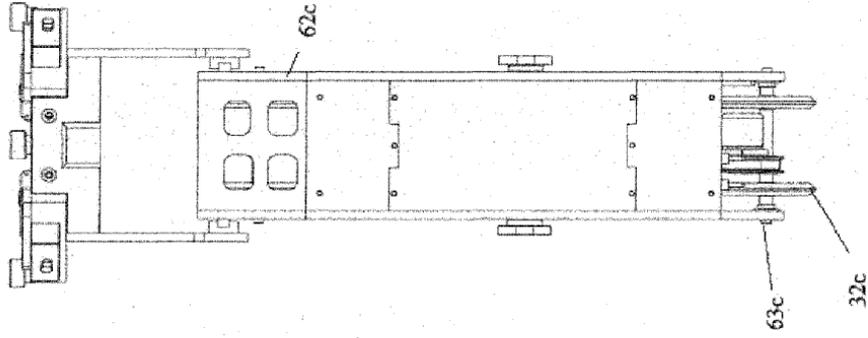


fig. 4c

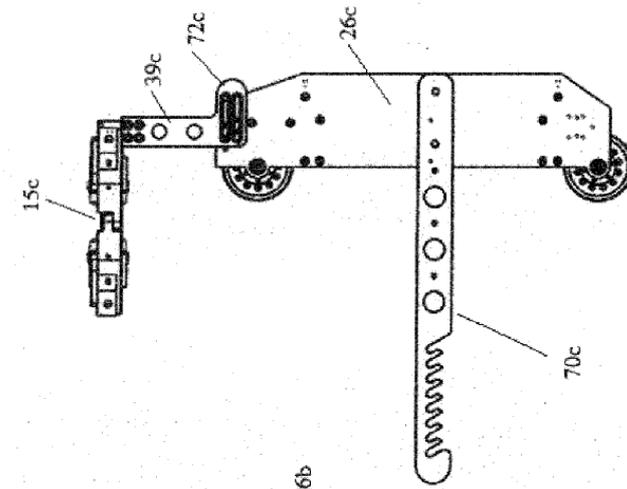


fig. 5c

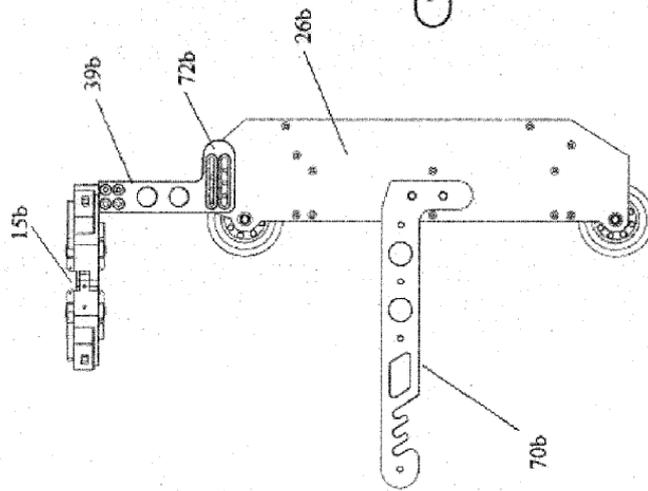


fig. 5b

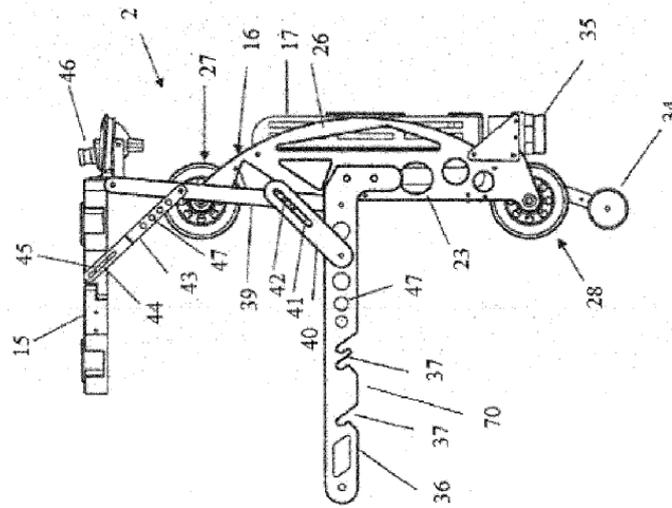


fig. 5a

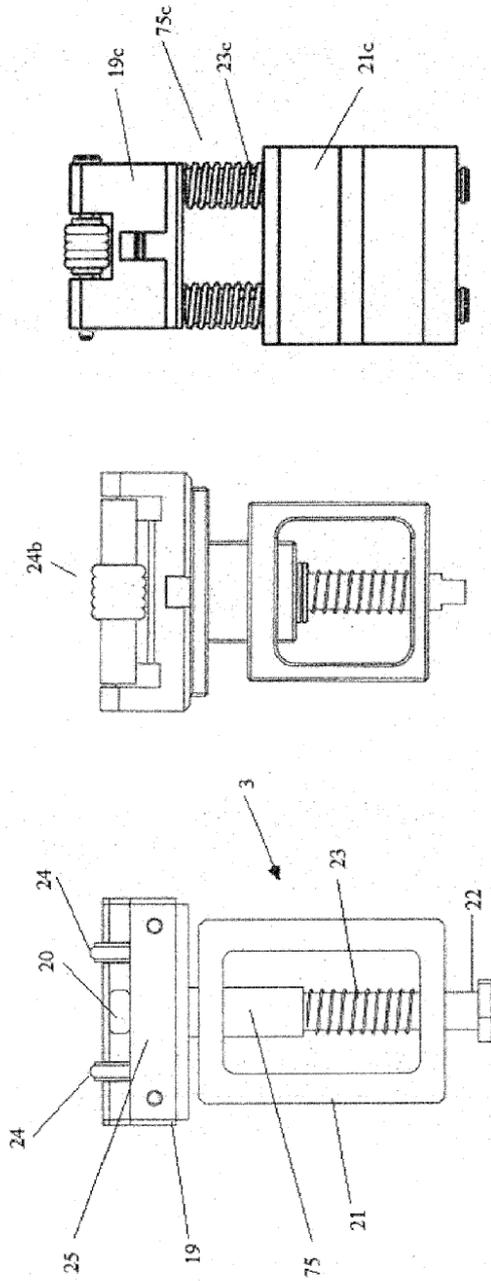


fig. 6a

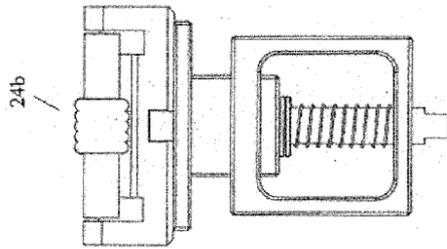


fig. 6b

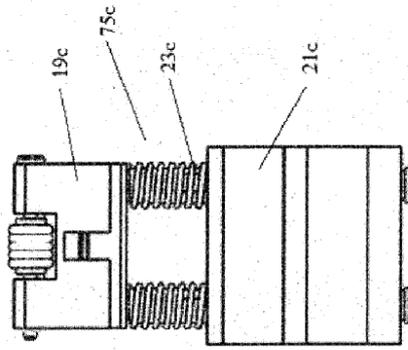


fig. 6c

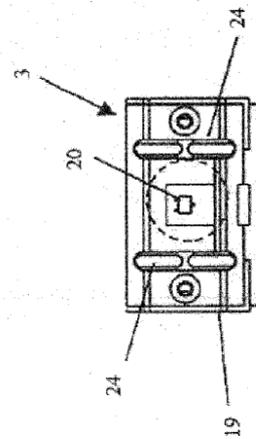


fig. 7a

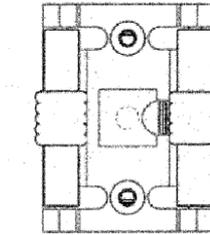


fig. 7b

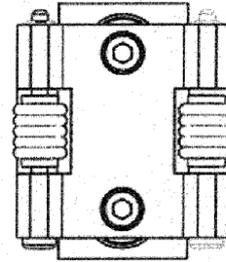


fig. 7c

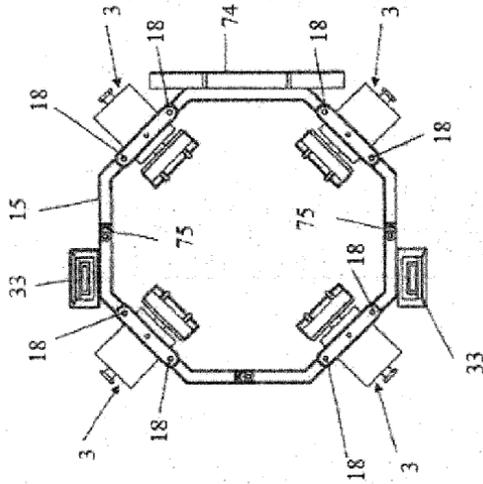


fig. 8a

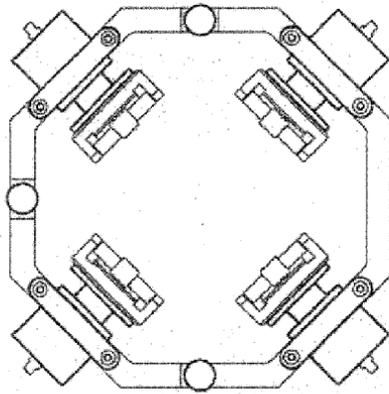


fig. 8b

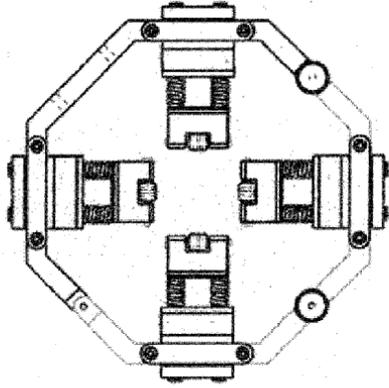


fig. 8c

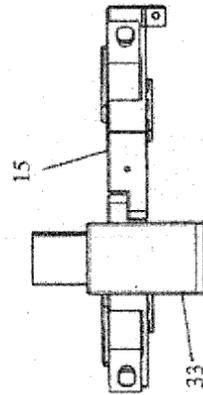


fig. 9a

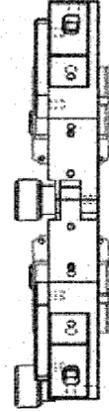


fig. 9b

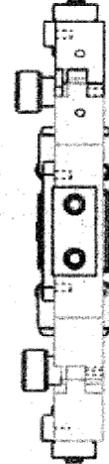


fig. 9c

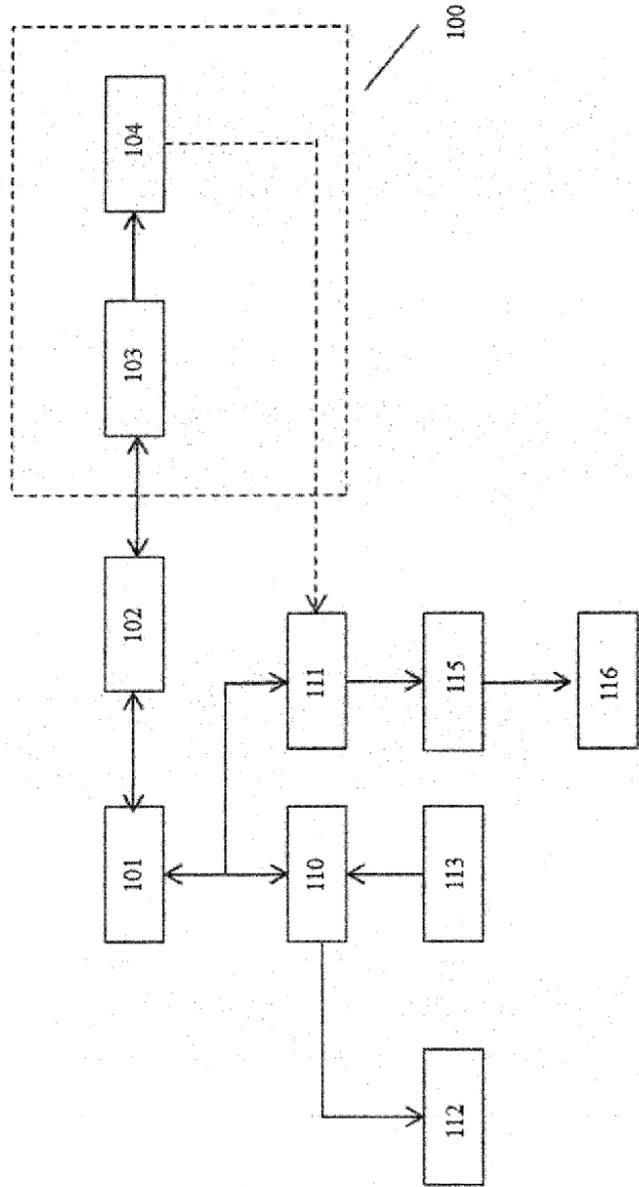


fig. 10

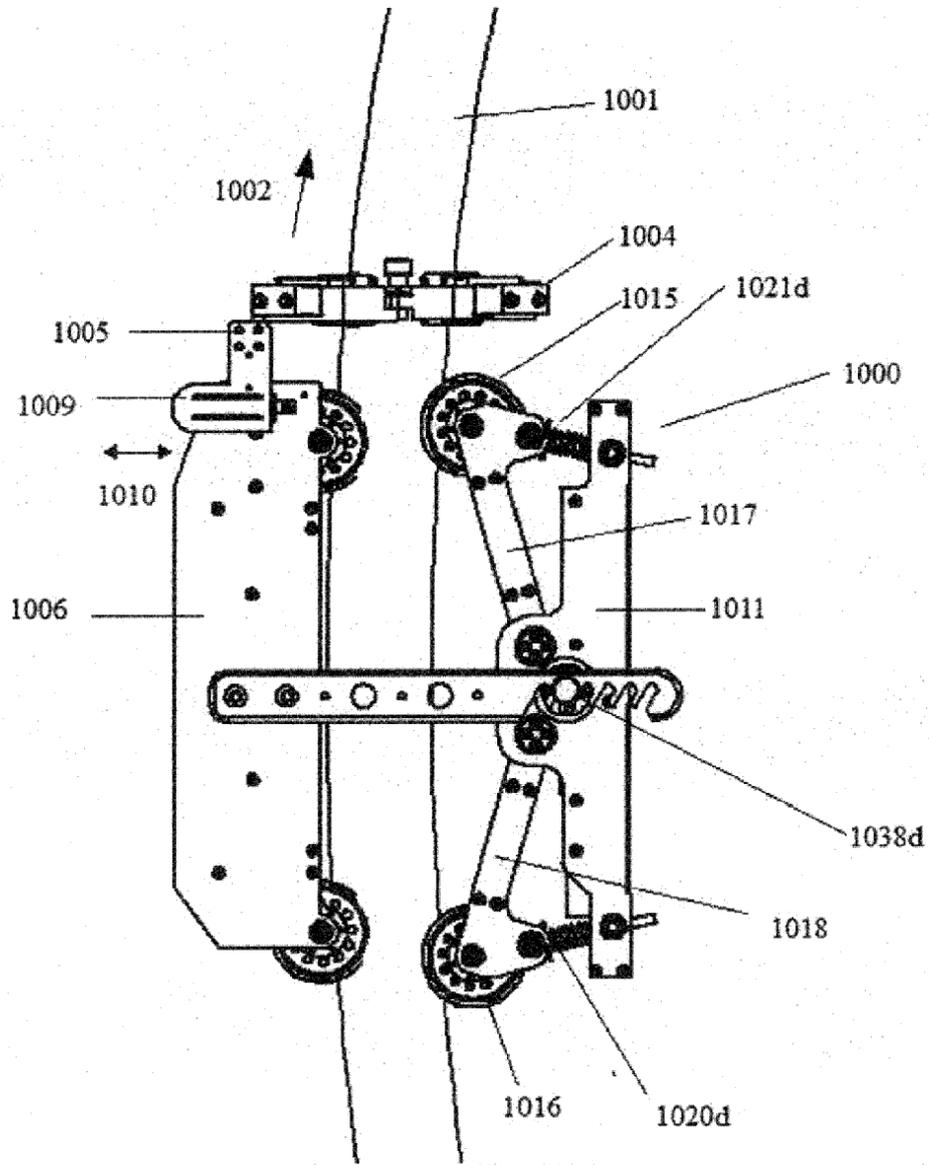


fig. 11

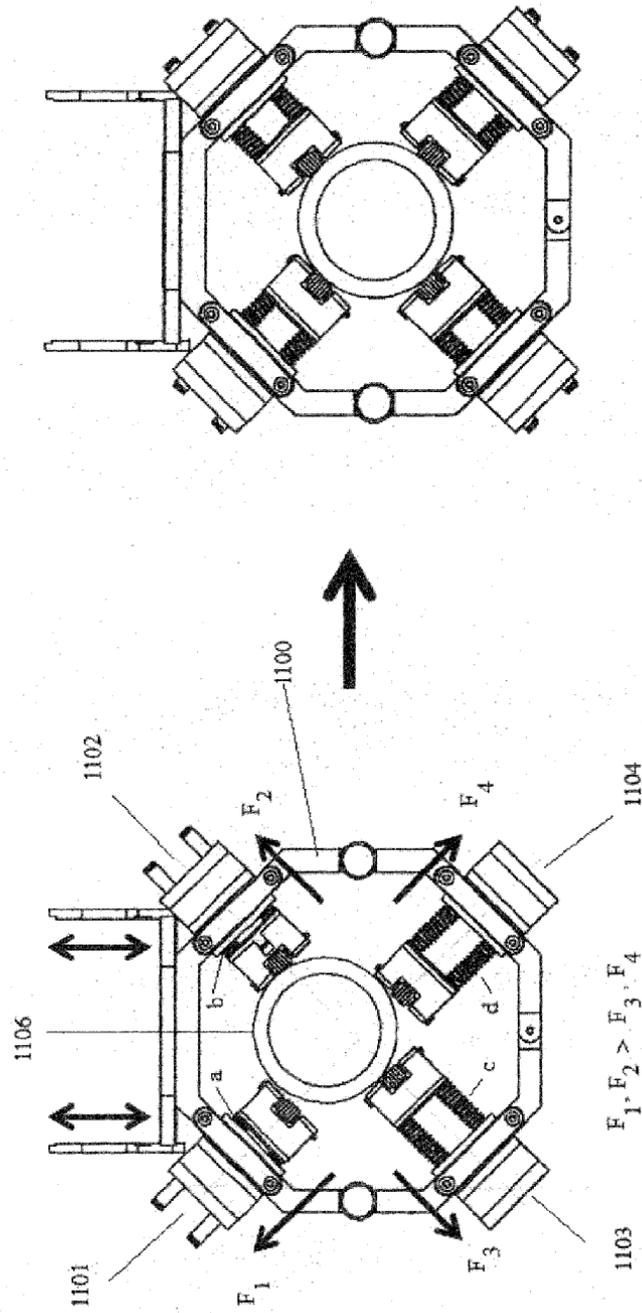


fig. 13

fig. 12