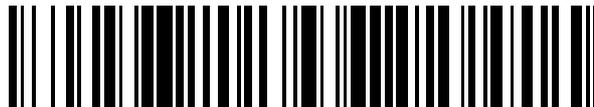


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 985**

51 Int. Cl.:

**G01M 13/04** (2006.01)

**G01L 5/12** (2006.01)

**F27B 7/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2005 E 05820761 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 1853892**

54 Título: **Método y aparato para monitorizar el empuje de cojinetes**

30 Prioridad:

**12.11.2004 US 627629 P**

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

**04.07.2016**

73 Titular/es:

**FLSMIDTH A/S (100.0%)  
Vigerslev Alle 77  
2500 Valby, DK**

72 Inventor/es:

**GEBHART, WALTER, M.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 575 985 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**

Método y aparato para monitorizar el empuje de cojinetes

5 ANTECEDENTES

Esta invención se refiere a un conjunto de monitorización o vigilancia del empuje de un cojinete y a un método para alinear un cojinete configurado para soportar un cuerpo rotatorio, particularmente un cuerpo rotatorio grande tal como un horno rotatorio, caliente.

10 Los cilindros grandes rotatorios se usan en la realización de un gran número de procesos económicamente importantes. Tal equipo soportado por soportes giratorios, incluye típicamente un tubo de acero que puede ser bastante grande (hasta varios cientos de centímetros de longitud) , y que está soportado por cubiertas anulares separadas a lo largo de la longitud del tubo. Cada cubierta es transportada en un par de rodillos opuestos, que a su vez se pueden montar en un pilar o pedestal de hormigón. El tubo de acero se hace girar alrededor de su eje longitudinal, y está soportado para tal rotación por contacto de los rodillos con las cubiertas que rodean el tubo. Los rodillos están soportados sobre los pilares o pedestales por los cojinetes de soporte de los rodillos. Estos son típicamente cojinetes de manguitos internos en el equipo más grande y cojinetes antifricción en equipo de tamaño más pequeño. Debido al desgaste y rompimiento de los cojinetes de soporte del rodillo, los rodillos, y los neumáticos, y la distorsión de varias partes del sistema (incluyendo le movimiento posible de los pilares o pedestales sobre los cuales está montado tal equipo rotatorio), los rodillos pueden salirse de alineamiento de modo que se provoque que porciones del equipo giren alrededor de diferentes ejes rotacionales. Puesto que el costo de remplazar las cubiertas o rodillos, o ambos, es relativamente alto, una consideración importante en el funcionamiento de tal equipo rotatorio es el mantenimiento del alineamiento adecuado entre la superficie de un rodillo y el neumático de soporte para evitar un desgaste disparejo de las superficies respectivas y la sobrecarga de los cojinetes. Si los dos se mantienen en un alineamiento adecuado, se puede esperar una vida larga de las cubiertas o neumáticos y los rodillos y de los cojinetes.

Las relaciones de alineamiento son complicadas por el hecho que tal equipo rotatorio está construido típicamente con el tubo en una ligera pendiente con relación a la horizontal para facilitar el flujo de material a través del mismo. Entonces, el tubo ejerce una fuerza axial debido a la gravedad (así como otras cargas axiales que se pueden colocar sobre el mismo en funcionamiento), provocando así que exista una carga de empuje axial sobre los rodillos y sus cojinetes de soporte de rodillos asociados siempre que se requieren para contrarrestar la gravedad para mantener el tubo corriendo o funcionando sobre los rodillos. Para mantener un alineamiento adecuado entre el tubo y los cojinetes de soporte del rodillo, ha sido previamente necesario verificar periódicamente el alineamiento mediante inspección visual o mediante mediciones de alineamiento sofisticadas, para determinar la posición axial de rodillo como sea lo mejor posible. Por ejemplo, el documento US 4.129.036 está dirigido a un dispositivo que detecta las cargas de empuje aplicadas sobre un cojinete. Pero puesto que tales mediciones nunca pueden ser lo suficientemente exactas, se hacen ajustes incrementales del rodillo para el movimiento oblicuo hasta que el rodillo se desplace axialmente hacia una posición deseada que sea aproximadamente paralela con el eje del tubo. Las disposiciones de cojinetes de manguito interior están configurados para permitir un desplazamiento axial del conjunto de rodillo y el eje de aproximadamente 6 mm para este propósito. De esta forma, el ajuste del movimiento oblicuo causa este desplazamiento axial siempre que la posición oblicua neutral se cruza. Sin embargo, este método es inadecuado siempre que se emplean los cojinetes antifricción, porque se requieren asegurar al eje del rodillo ya sea por contracción o por otro medio mecánico. No existe permiso para el desplazamiento axial físico entre el cojinete y el eje. Puesto que la cantidad de ajuste oblicuo para provocar que un rodillo se desplace axialmente es del orden de 0.1 mm (0.004 pulgadas) sin importar el tamaño del rodillo, incluso tan grande como 304,80 centímetros de diámetro, es casi imposible medir el sesgo u oblicuidad puesto que el eje de rotación del tubo nunca se puede establecer físicamente con esa precisión o exactitud. Puesto que los cojinetes antifricción por su propio diseño no permiten que exista tal desplazamiento axial, las verificaciones se deben efectuar relativamente a menudo, son difíciles de evaluar, muy subjetivas, y en la mayoría de los casos no se llevan a cabo de manera fiable por el operador.

COMPENDIO

55 La presente invención se basa en la apreciación que un cojinete para un cuerpo rotatorio soportado en rodillos se inclina o bascula tras la aplicación de una carga de empuje axial en el cuerpo rotatorio. En un aspecto, la invención está contenida en un método para alinear un cojinete para un rodillo que está configurado para soportar un cuerpo rotatorio, donde el método comprende detectar de manera mensurable una inclinación o basculamiento del cojinete, en donde el basculamiento se define como una diferencia angular en la orientación del cojinete entre una primera posición del cojinete y una segunda posición subsiguiente del cojinete, que es provocada por una carga de empuje axial en el cuerpo rotatorio, y ajustar la orientación del cojinete del cojinete para regresar el cojinete a sustancialmente la primera posición del cojinete.

65 En otro aspecto, la presente invención está incorporada en un conjunto de monitorización o vigilancia del empuje del cojinete. El conjunto de monitorización de empuje del cojinete comprende un rodillo, un cojinete de soporte para soportar de manera rotatoria el rodillo y que tiene un eje rotatorio del cojinete, un cuerpo rotatorio montado en el rodillo para la rotación con relación al rodillo y el cojinete a lo largo de un eje del cuerpo rotatorio, y un dispositivo

acoplado al cojinete de soporte y adaptado para detectar la inclinación o basculamiento del cojinete de soporte. En este respecto, la inclinación o basculamiento se define como una diferencia angular en la orientación del cojinete del cojinete de soporte entre una primera posición del cojinete y una segunda posición del cojinete provocada por una carga de empuje axial en el cuerpo rotatorio.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS  
La presente invención se explicará adicionalmente con referencia a las figuras anexas, en donde las estructuras o características similares están referidas por números de referencia similares a través de todas las vistas.

10 La figura 1 es una elevación lateral esquemática de una porción de una disposición de tambor rotatorio típico. La figura 2 es una vista en perspectiva parcial que muestra un par de rodillos opuestos y cojinetes de soporte de rodillos asociados para una cubierta en un tambor rotatorio.

15 La figura 3 es una vista en perspectiva parcial que muestra la relación entre un rodillo y una cubierta en un tubo rotatorio de un tambor rotatorio.

La figura 4 es una ilustración esquemática de una disposición de monitorización por ordenador para monitorizar la orientación de basculamiento o inclinación de los rodillos en un tambor rotatorio.

20 La figura 5 es una vista superior parcial de un conjunto de rodillo para un tambor rotatorio, con el tubo rotatorio y su cubierta asociada no mostradas para la claridad de la ilustración.

Mientras que las figuras identificadas arriba establecen una o más realizaciones de la presente invención, otras realizaciones también se contemplan, como se ve en la descripción. En todos los casos, esta descripción presenta la invención a manera de representación y no limitación.

## 25 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Un tambor 10 rotatorio inclinado, que está en general en una relación longitud a diámetro alta, se monta de manera rotatoria sobre pilares o soportes 12, 14, 16 y 18. El tambor rotatorio 10 tiene un tubo o casquillo 22 que puede girar. Cada pilar adyacente, el tubo 22 tiene una cubierta 24 que define una superficie 26 de cojinete circunferencial que es en general cilíndrico y coaxial a un eje 28 longitudinal del tubo 22. La superficie 26 del cojinete de cada cubierta 24 está soportada por un par de conjuntos 30 y 32 de rodillos. Los conjuntos 30 y 32 de rodillos están dispuestos en pares a lo largo de la longitud del tubo 22, están alineados y configurados para soportar el tubo 22, y son en general idénticos. Cada conjunto 30 y 32 de rodillo tiene un rodillo 34 y 36 cilíndricos, y cada rodillo tiene una superficie 38 y 40 de cojinete circunferencial, respectivamente, que esta en acoplamiento de soporte con la superficie 26 del cojinete de su respectiva cubierta 24.

35 Cada rodillo 34 y 36 tiene una extensión del eje del rodillo aguas arriba (ver extensión 42 del eje para el rodillo 34, en la Figura 3) y una extensión del eje aguas abajo (ver las extensiones 46 y 48 del eje para los rodillos 34 y 36, respectivamente, en la Figura 2). Como se usa aquí, las orientaciones "aguas arriba" y "aguas abajo" son relativas a la dirección del flujo del material a través del cuerpo giratorio. Las extensiones del eje o flecha están soportados de manera giratoria por los cojinetes. En la Figura 3, los cojinetes 50 y 52 se muestran para las extensiones 42 y 46 del eje del rodillo 34, respectivamente. En la Figura 2, los cojinetes 52 y 54 se muestran para las extensiones del eje del rodillo 34. Tales cojinetes pueden constituir cojinetes de manguitos internos o cojinetes antifricción, cojinetes de rodillos esféricos, por ejemplo. Cada cojinete constituye así esencialmente uno de un par de los cojinetes para su rodillo respectivo. En el caso de los cojinetes antifricción, un cojinete del par contendrá un anillo de fricción y el otro cojinete del par será un cojinete libre.

40 Los cojinetes se montan fijamente a una base 60 (al menos con respecto al movimiento axial entre ellos) mediante pernos 61 de retención u otro medio de sujeción adecuado. La base 60 está formada típicamente por un marco de acero hecho de canales de acero de sección en H, pesados, que se sueldan juntos. La base 60 está anclada a un apoyo o cimentación 62 que puede tomar la forma de un pilar (tal como los pilares 12, 14, 16 ó 18) o un soporte de cimentación. La cimentación 62 está formada típicamente de hormigón, y la base 60 está anclada a la cimentación, ya sea por sujeciones tales como pernos (no mostrados) o por la formación de la base 60 en el hormigón de la cimentación 62 misma.

55 Mientras que los cojinetes (tales como los cojinetes 50, 52 y 56) se fijan a la base 60, son capaces de un ajuste oblicuo por medio de tornillos de ajuste, tales como tornillos 64 y 66 de ajuste para el conjunto 30 de cojinetes (Figura 3, que además ilustran el ajuste oblicuo potencial por la flechas  $S_1$  y  $S_2$ ) y ajustar los tornillos 68 y 70 para el conjunto 32 de cojinete (Figura 2). Los tornillos de ajuste permiten el ajuste oblicuo del eje de cada uno de los rodillos 34 y 36 con respecto al eje de la cubierta 24, como se conoce en forma y estructura en la técnica. Tales ajustes oblicuos se hacen mientras el equipo está girando o rotando, con los pernos 61 de retención liberados lo suficiente para permitir que los cojinetes se deslicen (transversalmente al eje del rodillo) con relación a la base 60. Algunos de los cojinetes no están montados a la base por pernos de retención, sino que se evita el movimiento axial con relación a la base mediante clavijas o chavetas.

65 Aunque este documento y las ilustraciones muestran un horno rotatorio, la presente invención es aplicable a cualquier cuerpo rotatorio soportado sobre rodillos de muñón.

Tales cuerpos rotatorios incluyen, por ejemplo, hornos rotatorios, enfriadores rotatorios, secadores rotatorios, hornillos rotatorios, reactores rotatorios, filtros rotatorios, acondicionadores de frijoles, cilindros rotatorios de cenizas, superficies de cojinetes de cubiertas de molinos, eliminadores de barniz, lavadores, tambores de desembarque, peletizadores, rompedores de carbón, granuladores, incineradores, y tambores para sacudir entre otros.

La presente invención proporciona un medio simple y objetivo para detectar la presencia de una carga axial en un eje rotatorio (tal como el tubo 22 rotatorio del horno 10 rotatorio) soportado por dos rodillos (tales como los conjuntos 30 y 32 de rodillos). En una realización de la presente invención es una adición externa que es universalmente aplicable a conjuntos de rodillos existentes y sus cojinetes asociados en cualquier estilo o tipo, cojinetes de manguitos internos o cojinetes antifricción, y no requiere modificaciones para los cojinetes. Un aspecto del método inventivo es el de detectar de manera mensurable la inclinación o basculamiento, donde el basculamiento es define como una diferencia angular en la orientación del cojinete entre una primera posición del cojinete y una segunda posición del cojinete subsiguiente (que es provocada por una carga de empuje axial en el cuerpo rotatorio). Establecido de otra forma, el método inventivo monitoriza el cambio en la inclinación de un cojinete de soporte para un cuerpo rotatorio.

Las disposiciones típicas de cojinetes de manguitos internos para un rodillo permiten un desplazamiento axial del rodillo de 6 mm para determinar el punto neutro. A menudo, se requiere que estos rodillos sean movidos de manera oblicua para contrarrestar el tirón gravitacional en el cuerpo rotatorio. Los rodillos se asentarán por sí mismos hacia abajo y luego llevarán una carga de empuje. La presente invención puede entonces confirmar que esta se ha hecho y también proporciona medios para el balanceo compensado de la carga de empuje o distribuir de otra manera la carga de empuje a ser llevada por cada rodillo que soporta el cuerpo rotatorio.

Siempre que un eje o flecha tal como el tubo 22 mostrado en la Figura 1 se carga axialmente, los cojinetes de soporte basculan una pequeña cantidad. Usando un medidor de inclinación o basculamiento sensible, esta basculamiento se puede monitorizar fácilmente. Conocer la presencia de la carga de empuje es una parte importante del ajuste de los cojinetes para el alineamiento adecuado, y también para evitar que el cojinete falle a largo plazo. Una aplicación donde esto es crítico es la del equipo soportado por el rodillo tal como un horno rotatorio y secadores rotatorios. Como se hace constar anteriormente, estos ejemplos de los muchos tipos de tambores rotatorios soportador por rodillos que se encuentra en muchas industrias diferentes. Cuando el eje del rodillo no es paralelo al eje del tambor o tubo rotatorio, se crea una carga de empuje que puede conducir a un desgaste superficial severo de las superficies en el contacto del rodillo y puede crear suficiente fuerza axial para provocar el fallo del cojinete. Con este tipo de equipo, los anillos de acero o cubiertas grandes que se montan en la cubierta o tubo, y que siempre se asientan en los rodillos (como se observa en las Figuras 1, 2 y 3) siempre tienen un pequeño giro excéntrico cuando rotan. Este giro excéntrico introduce una carga de empuje crítica a los rodillos de soporte. El empuje puede venir, por lo tanto, de dos fuentes: (1) del pobre alineamiento del rodillo, y (2) de la cubierta con giro excéntrico en el tubo rotatorio.

Cualquier movimiento oblicuo entre los ejes de un rodillo y su respectiva cubierta en el tubo crea una carga de empuje (como se ilustra en la Figura 3 por los empujes resultantes opuestos en la cubierta 24 y el rodillo 34, mostrado por las flechas  $T_1$  y  $T_2$ , respectivamente), que a su vez provoca que el cojinete para ese rodillo bascule o se incline. La dirección del basculamiento o inclinación (a la izquierda o derecha como se observa en la Figura 3, como se ilustra por la flecha  $T_3$  de basculamiento) reflejará la dirección del empuje, que podría ser de cualquier forma también. El grado de basculamiento estará en función de muchos parámetros, tales como el estilo del cojinete, la rigidez de su alojamiento, estabilidad de la base, la estabilidad del cimiento y la estabilidad de las condiciones del suelo, la velocidad de rotación y peso del tambor. La clasificación donde la inclinación realmente aparece involucrará haciendo ajustes del movimiento oblicuo del cojinete (a través de prueba y error) para observar los cambios en la inclinación o basculamiento.

A fin de detectar y monitorizar la inclinación del cojinete para un rodillo, la presente invención emplea un medidor de inclinación o basculamiento, altamente sensible, montado en el cojinete (o una estructura de soporte o alojamiento para el cojinete), tal como el medidor 75 de inclinación en el cojinete 52 y el medidor 77 de inclinación o basculamiento en el cojinete 56 (ver Figura 2). Tal medidor de inclinación puede medir la inclinación o basculamiento a través de un rango de +/-40 minutos de arco. Puede detectar cambios tan pequeños como un segundo de arco (0.0028 grados). Tal medidor de inclinación o basculamiento también puede proporcionar una señal de salida dependiente del basculamiento o inclinación detectada. En una realización, el medidor de basculamiento tiene un rango de +/- 40 minutos de arco, que corresponde a un rango de señal de salida de +/- 00 milivoltios. Como se ilustra en las Figuras 2 y 3, los medidores 75 y 77 de inclinación o basculamiento se montan fijamente a sus respectivos cojinetes 52 y 56. Por ejemplo, como se observa en la Figura 5, el medidor 75 de basculamiento tiene una cubierta 79 exterior que se monta fijamente al cojinete 52 (de modo que el medidor de basculamiento está en alineación paralela con un eje 81 rotatorio del cojinete del rodillo 38) mediante sujeciones adecuados, tales como los sujetores 83 roscados. En el caso de un cojinete antifricción, el medidor de basculamiento sería montado al cojinete del par de cojinetes que tenga el anillo fijo.

En una realización, cada medidor de basculamiento comprende un detector de basculamiento electrolítico alojado en

- un compartimento a prueba de agua, compacto (por ejemplo, la cubierta 79) . El detector de basculamiento es un nivel de líquido de precisión que se detecta eléctricamente como un puente de resistencia. El circuito del puente produce un voltaje proporcional al basculamiento o inclinación del detector. El medidor de basculamiento se puede leer manualmente, y de esta manera los cambios en la inclinación se encuentran al comparar la lectura real con la lectura inicial. El medidor de basculamiento también se puede conectar a un registrador de datos o a un procesador, y proporcionará una señal eléctrica como una función de inclinación o basculamiento detectada (por ejemplo, una lectura de voltaje), y entonces se puede leer frecuentemente. Estas lecturas se pueden usar para realizar cálculos y monitorización de la inclinación y velocidad de cambio de inclinación o basculamiento relativo a las limitaciones presentes deseadas.
- En una realización, la cubierta 79 que aloja el medidor de basculamiento es un compartimento robusto, pequeño, y se puede montar a cualquier cojinete existente sin la modificación del cojinete existente o su soporte o conjunto de alojamiento.
- Entonces, tal medidor de basculamiento o inclinación se puede usar como un montaje temporal en situaciones donde la monitorización del cojinete solo se usará para el ajuste y alineamiento inicial, o se puede establecer como una instalación permanente para la monitorización progresiva continua durante las operaciones normales de un cuerpo rotatorio, 24 horas al día, 7 días a la semana.
- La figura 4 ilustra esquemáticamente una disposición en donde un tambor rotatorio 10 tiene un tubo 22 rotatorio soportado por una pluralidad de cubiertas 24a, 24b, 24c y 24d. Cada cubierta está a su vez soportada por una par respectivo de conjuntos de rodillos, tal como los conjuntos 30a y 32a de rodillos para la cubierta 24a, los conjuntos 30b y 32b de rodillo para la cubierta 24b, los conjuntos 30c y 32c de rodillo para la cubierta 24c, y los conjuntos 30d y 32d de rodillo para la cubierta 24d. Cada conjunto 30a, 30b, 30c y 30d de rodillo se proporciona con un medidor 75a, 75b, 75c y 75d de basculamiento asociado, respectivamente. De manera similar, cada conjunto 32a, 32b, 32c y 32d de rodillo se proporciona con un medidor 77a, 77b, 77c y 77d de basculamiento asociado, respectivamente. Cada medidor de basculamiento proporciona una señal de salida o resultado relativo a la orientación que se suministra (ya sea por medio de alambres o cable duros o por medios inalámbricos) a un procesador 80. El procesador puede entonces monitorizar continuamente las señales de salida desde el medidor de basculamiento de cada conjunto de rodillo para detectar cuando es necesario un ajuste de movimiento oblicuo para compensar el empuje o carga axial. Como se hizo constar anteriormente, tales ajustes de movimiento oblicuo son posibles usando los tornillos 64 y 66 de ajuste de sesgado o movimiento oblicuo para el conjunto 30 de cojinete, o los tornillos 68 y 70 de ajuste para el conjunto 32 de cojinete, como se conoce. Así, el método inventivo para el alineamiento de un cojinete configurado para soportar un cuerpo rotatorio, comprende son solamente detectar una inclinación o basculamiento del cojinete, sino también ajustar la orientación del cojinete de ese cojinete para regresar el cojinete a sustancialmente la primera posición del cojinete.
- En parte, la presente invención es una apreciación que un alojamiento de cojinete o cojinete tal como cojinetes 52, 54 y 56 (Figuras 2 y 3) bascula como una consecuencia de la carga de empuje axial, aunque tales cojinetes se montan fijamente (con respecto al movimiento axial relativo) a la base 60 y su cimiento 62. Tal basculamiento o inclinación, en una escala muy pequeña (por ejemplo, un segundo de arco) se puede compensar vía el ajuste de sesgado para ese cojinete y haciendo esto, la vida del conjunto de cojinete de rodillo y la cubierta (y de aquí la vida del tambor rotatorio) se puede alargar, así como lograr una reducción significativa en los costos de mantenimiento.
- El equipo rotatorio soportado por rodillos a menudo experimenta fallas del cojinete cuando es incorrecta la alineación del movimiento oblicuo o sesgado del rodillo. Este es uno de los problemas más grandes en la operación mecánica de tal equipo. Los conjuntos de rodillos pueden costar desde unos pocos cientos de dólares para una instalación de secado típico, a más cien mil dólares cada uno para los cojinetes más grandes (que pueden tener ejes hasta de 91.44 centímetros de diámetro y los rodillos tan grandes como 3,05 metros de diámetro que soportan sobre 1,200 toneladas métricas). La capacidad de monitorizar y ajustar el empuje neutro es una ventaja significativa en el alineamiento y mantenimiento de tal equipo.
- La presente invención trabaja con cualquier clase de cojinetes, incluyendo cojinetes de rodillos esféricos específicamente usados en máquinas tales como enfriadores rotatorios, secadores rotatorios y granuladotes rotatorios. Un aspecto clave de la invención es identificar el hecho que el rodillo basculará (aún cuando se coloque de manera anclada que parezca segura), y el desarrollo de un sistema para detectar tal basculamiento que se monta de manera relativamente fácil y no costosa en muchos tipos diferentes de cojinetes de rodillos (sin requerimientos de retroajuste extensivos o tiempo de interrupción del sistema). Debido a las condiciones de funcionamiento rigurosas potencialmente en que tales cojinetes de rodillos se usan, el medidor de basculamiento y sus componentes de campo relacionados se deben alojar de manera perdurable. Tales condiciones de funcionamiento podrían incluir altas y bajas temperaturas extremas, polvo y desechos, humedad de la exposición exterior, exposición a la luz del sol, las variaciones de humedad, etc.
- Típicamente, los medidores de basculamiento o inclinación de la presente invención se montarán en un equipo rotatorio existente, o al menos montados después de que una nueva instalación se haya ensamblado. Para establecer un punto de ajuste inicial para ajustar manualmente el medidor de basculamiento a basculamiento cero,

5 se debe establecer una condición de empuje cero nominal. Para hacer esto, el tubo 22 y su cubierta 24 se elevan momentáneamente fuera de sus conjuntos 30 y 32 de rodillo asociados. El tubo se remplaza entonces de vuelta hacia abajo en los conjuntos 30 y 32 de rodillos, pero sin hincar la rotación. Esto se considera entonces el punto de empuje cero, y el medidor de inclinación o basculamiento se ajusta manualmente o se calibra tan cercanamente al centro de su rango detector como sea posible (se establece entonces una condición inicial de basculamiento cero). Esto no necesariamente significa que el tubo mismo sea horizontal. Como se ilustra en la Figura 1, la mayoría de los tambores rotatorios se montan realmente con el tubo en una condición inclinada, y la magnitud de la inclinación variará de instalación a instalación. La función del dispositivo de la invención es detectar entonces cualquier basculamiento del cojinete causado por el empuje desde esa posición "cero" inicial.

10 Una vez que se inicia la rotación del tubo, si se presenta una carga de empuje durante la rotación a través del movimiento oblicuo de los ejes del tubo y un conjunto de rodillo, el medidor de basculamiento o inclinación así lo indicará como una desviación desde su posición cero inicial.

15 El medidor de basculamiento en funcionamiento proporcionará una señal indicativa de incremento o descenso del basculamiento provocado por una carga de empuje en el rodillo (indicando entonces la dirección axial de la carga de empuje).

20 La presente invención ilustra donde está un punto de basculamiento neutro del cojinete y la dirección del empuje de una carga axial en ese cojinete. El valor absoluto de la carga de empuje en libras fuerza no es necesario y sería bastante difícil de calcular, pero se podría calibrar proporcionando una carga axial externa. Separada de magnitud conocida, para minimizar cualquier basculamiento dado. Este medio simple proporcionado por la invención presente de proporcionar la capacidad de observar si se incrementa o disminuye el empuje sobre un cojinete, y así encontrar el ajuste de "movimiento oblicuo neutro" de un rodillo y conjunto de cubierta para un tubo giratorio, es una herramienta invaluable para alinear y evitar las fallas de los cojinetes debido al movimiento oblicuo o sesgado excesivo (es decir, carga de empuje excesiva).

25 Como se observó anteriormente, la disposición de medidor de basculamiento de la presente invención se puede montar en cualquier cojinete para un conjunto de rodillo de cualquier tamaño y estilo, sin cualesquiera modificaciones significativas a los conjuntos de cojinetes o rodillos existentes. Además, no se requieren componentes especialmente diseñados por ingeniería. Un detector estándar de basculamiento de alta sensibilidad se puede calibrar para la mayoría de las situaciones, o se puede emplear un medidor de basculamiento de diferentes sensibilidades para una situación particular. La disposición del medidor de basculamiento o inclinación de la presente invención es de aplicación universal, y la salida de los datos que se pueden proporcionar puede ser tan simple como una serie de luces (que indican la dirección del empuje y la magnitud relativa) para el registro de los datos por una computadora para comparar los cambios del empuje con otros datos tales como las velocidades de producción, velocidad de rotación, la presencia de lubricación y otros datos físicos tales como los cambios de temperatura del tambor rotatorio. La disposición del medidor de basculamiento o inclinación de la presente invención proporciona un costo relativamente bajo y simple para aplicar a sistema para mejorar la monitorización de mantenimiento en las instalaciones de equipo rotatorio existentes.

30 En una realización, se montan uno o más medidores de basculamiento en los apoyos de cada par de rodillos para monitorizar el movimiento de los apoyos si es provocado por fuerzas diferentes del empuje del rodillo. Por ejemplo, en la Figura 4, los medidores 85a, 85b, 85c y 85d de basculamiento se montan fijamente sobre los cimientos o apoyos de los pilares 12, 14, 16 y 18, respectivamente. Cada uno de los medidores 85a, 85b, 85c y 85d de basculamiento de los apoyos pueden proporcionar entonces una indicación del basculamiento o inclinación relativo del cimiento respectivo, donde tal basculamiento se define como una diferencia angular en la orientación de los cimientos de los cojinetes entre una primera posición de apoyo de cojinete y una segunda posición de apoyo de cojinete subsiguiente. Como los medidores 75 y 77 de basculamiento de los cojinetes discutidos arriba, una señal de cada uno de los medidores 85a, 85b, 85c y 85d de basculamiento de cimientos también se pueden proporcionar a un procesador 80 para una monitorización y análisis adicional. Por ejemplo, el procesador puede calcular un basculamiento neto del cojinete, en donde la inclinación o basculamiento neto es en general igual a la diferencia entre el basculamiento del cojinete y el basculamiento del apoyo del cojinete.

35 40 45 50 55 Para cualquier cuerpo rotatorio dado (tal como el tubo 22 del horno 10 rotatorio) habrá al menos una pluralidad de conjuntos de rodillos (por ejemplo, cuatro rodillos) que soportan dos cubiertas separadas axialmente. Se proporciona al menos un medidor de basculamiento en un cojinete para cada conjunto de rodillo, aunque se podrían proporcionar más, como se mencionó anteriormente, en algunos casos, se pueden montar medidores de basculamiento adicionales en el apoyo o cimentación del cojinete del rodillo para detectar y compensar el movimiento del apoyo (u otras fuerzas externas posibles). En una realización, se procesa una señal de cada medidor de basculamiento por un sistema de monitorización por ordenador, y se puede transmitir a una estación de monitorización central, ya sea mediante cableado o por tecnología inalámbrica, o se puede proporcionar a una ubicación remota para la monitorización por transmisión a larga distancia (tal como vía Internet u otros medios de comunicación de señal adecuados). Una vez que se detecta una inclinación o basculamiento debido a una carga de empuje, se puede compensar mediante, por ejemplo, un ajuste de los controles de ajuste de sesgado o movimiento oblicuo en el conjunto del rodillo del cojinete (ver, por ejemplo Figuras 2 y 3) para devolver el cojinete (y su conjunto de rodillo

60 65

5 asociado) a la posición de empuje neutra asociada. Tal compensación se hace mientras que el horno 10 rotatorio está en funcionamiento, o, en otras palabras, mientras el tubo 22 esta girando. Además, la orientación del basculamiento de cojinetes múltiples para un tubo se puede equilibrar, como cada uno afectará el otro. Así, la orientación del cojinete de cada cojinete se puede ajustar como una función de la inclinación o basculamiento detectado de ese cojinete y la dirección determinada del basculamiento de ese cojinete, y como una función del basculamiento detectado de otros cojinetes y las direcciones determinadas del basculamiento de aquellos otros cojinetes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para alinear un cojinete (52) para un rodillo (34) que se configura para soportar un cuerpo (22) rotatorio, el método caracterizado porque comprende:
- 10 unir un detector (75) de basculamiento al cojinete (52), en donde el detector (75) de basculamiento genera una señal relativa a la orientación del cojinete;  
 detectar de manera mensurable una inclinación o basculamiento del cojinete (52), en donde el basculamiento se define como una diferencia angular en la orientación del cojinete (52) entre una primera posición del cojinete y una segunda posición del cojinete subsiguiente, que es provocada por una carga de empuje axial en el cuerpo (22) rotatorio; y  
 realizar un ajuste sesgado en el rodillo (34) para devolver el cojinete (52) a sustancialmente la primera posición del cojinete.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el detector (75) de basculamiento genera una señal relativa a la orientación de cojinete (52).
- 20 3. El método de la reivindicación 2, en el que el detector de basculamiento es sensible a los cambios en la orientación del cojinete (52) tan pequeños como un segundo de arco (0.00028 grados).
- 25 4. El método de la reivindicación 1, y que además comprende:  
 calibrar el detector (75) de basculamiento a la primera posición del cojinete (52) mientras que el cuerpo (22) giratorio está en el rodillo (34) del cojinete (52) pero antes de iniciar la rotación del cuerpo (22) rotatorio en el rodillo (34) del cojinete (52).
- 30 5. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de detección comprende:  
 determinar una dirección del basculamiento del cojinete (52) en relación a un eje de rotación del cuerpo (22) rotatorio.
- 35 6. El método de la reivindicación 5, en el que el rodillo (34) es uno de un par de rodillos (34, 36), cada par de rodillos (34, 36) está alineado y configurado para soportar el cuerpo (22) rotatorio, y la etapa de detectar comprende además detectar de manera mensurable una basculamiento de un cojinete (52, 56) de cada uno de los rodillos (34, 36), en donde el basculamiento de cada cojinete (52, 56) se define como una diferencia angular en la orientación del cojinete para ese cojinete (52, 56) entre una primera posición de ese cojinete y una segunda posición del cojinete subsiguiente de ese cojinete provocada por una carga de empuje axial en el cuerpo (22) rotatorio, y además comprende: ajustar la orientación del cojinete de cada cojinete como una función del basculamiento detectado de ese cojinete (52, 56) y la dirección determinada del basculamiento de ese cojinete (52, 56), y como una función del basculamiento detectado del otro cojinete (52, 56) y la dirección determinada de basculamiento del otro cojinete (52, 56).
- 40 7. El método de la reivindicación 5, y que además comprende:  
 obtener una dirección de una fuerza axial que actúa sobre el cuerpo (22) rotatorio como una función de la dirección del basculamiento del cojinete (52, 56).
- 45 8. El método de la reivindicación 1, en el que el cuerpo (22) rotatorio es un tambor rotatorio y el cojinete es un cojinete de soporte giratorio.
- 50 9. Un conjunto para monitorizar el empuje de un cojinete, que comprende:  
 un rodillo (34);  
 un cojinete (52) de soporte para soportar de manera rotatoria el rodillo (34) y que tiene un eje rotatorio del cojinete;  
 un cuerpo (22) rotatorio montado sobre el rodillo (34) para la rotación con relación al rodillo (34) y el cojinete (52) a lo largo de un eje del cuerpo rotatorio; y  
**caracterizado por:** un detector (75) de basculamiento unido al conjunto (52) y adaptado para detectar una inclinación o basculamiento del cojinete (52) de soporte, en donde el basculamiento está definido como una diferencia angular en la orientación del cojinete del cojinete (52) de soporte entre una primera posición de cojinete y una segunda posición de cojinete causada por una carga de empuje axial en el cuerpo (22) rotatorio, y en donde el detector de basculamiento está acoplado al cojinete (52) de soporte.
- 55 60 10. El conjunto de la reivindicación 9, caracterizado en el que el cuerpo (22) rotatorio es un tambor rotatorio y el cojinete es un cojinete de soporte giratorio.
- 65

11. El conjunto de la reivindicación 9, en el que el detector (75) de basculamiento tiene una sensibilidad de detección de basculamiento o inclinación para permitir la detección de cambios en la orientación del cojinete tan pequeños como un segundo de arco (0.00028 grados).
- 5 12. El conjunto de la reivindicación 9, en el que el detector (75) de basculamiento está adaptado para proporcionar una señal de salida indicativa del basculamiento del cojinete (52) de soporte.
- 10 13. El conjunto de la reivindicación 9, en el que el rodillo (34) es un primer rodillo, el cojinete (52) de soporte es un primer cojinete de soporte, y el detector (75) de basculamiento es un primer detector de basculamiento, y que además comprende:
- 15 un segundo rodillo (36);  
un segundo cojinete (56) de soporte para soportar de manera rotatoria el segundo rodillo (36); y  
un segundo dispositivo (77) adaptado para detectar un segundo basculamiento del segundo cojinete (56) de soporte, en donde el segundo basculamiento está definido como una diferencia angular en la orientación del cojinete del segundo cojinete (56) entre una primera posición del cojinete y una segunda posición del cojinete, y en donde el segundo detector (77) de basculamiento está acoplado al segundo cojinete (56) de soporte.
- 20 14. El conjunto de la reivindicación 12, que además comprende:
- 25 un apoyo o cimentación (85) del cojinete configurado para soportar el cojinete (52, 56) de soporte; y un tercer detector de basculamiento adaptado para detectar un tercer basculamiento del apoyo o cimentación (85) del cojinete, en donde el tercer basculamiento está definido como una diferencia angular en orientación del apoyo o cimentación (85) de cojinete entre una primera posición de apoyo del cojinete y una segunda posición de apoyo del cojinete subsiguiente, y en donde el tercer detector de basculamiento está acoplado al apoyo o cimentación (85) del cojinete.
- 30 15. El conjunto de la reivindicación 14, y que además comprende:
- un procesador (80) para calcular una inclinación o basculamiento neto del cojinete (52, 56) de soporte, en donde el basculamiento neto es en general igual a una diferencia entre el basculamiento del cojinete (52, 56) de soporte y el tercer basculamiento del apoyo o cimentación (85) del cojinete.

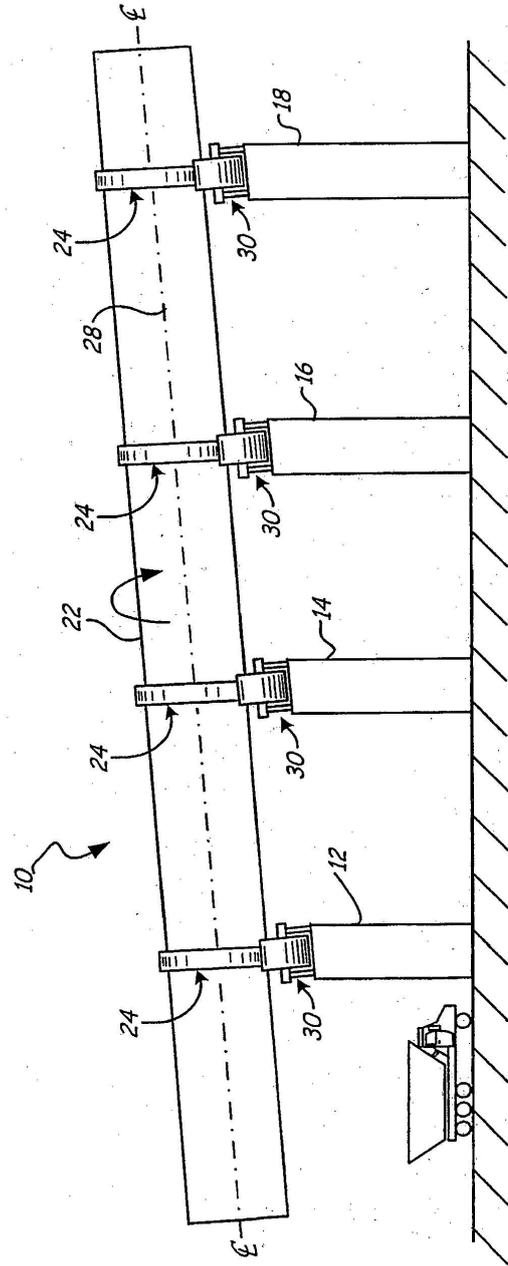


Fig. 1

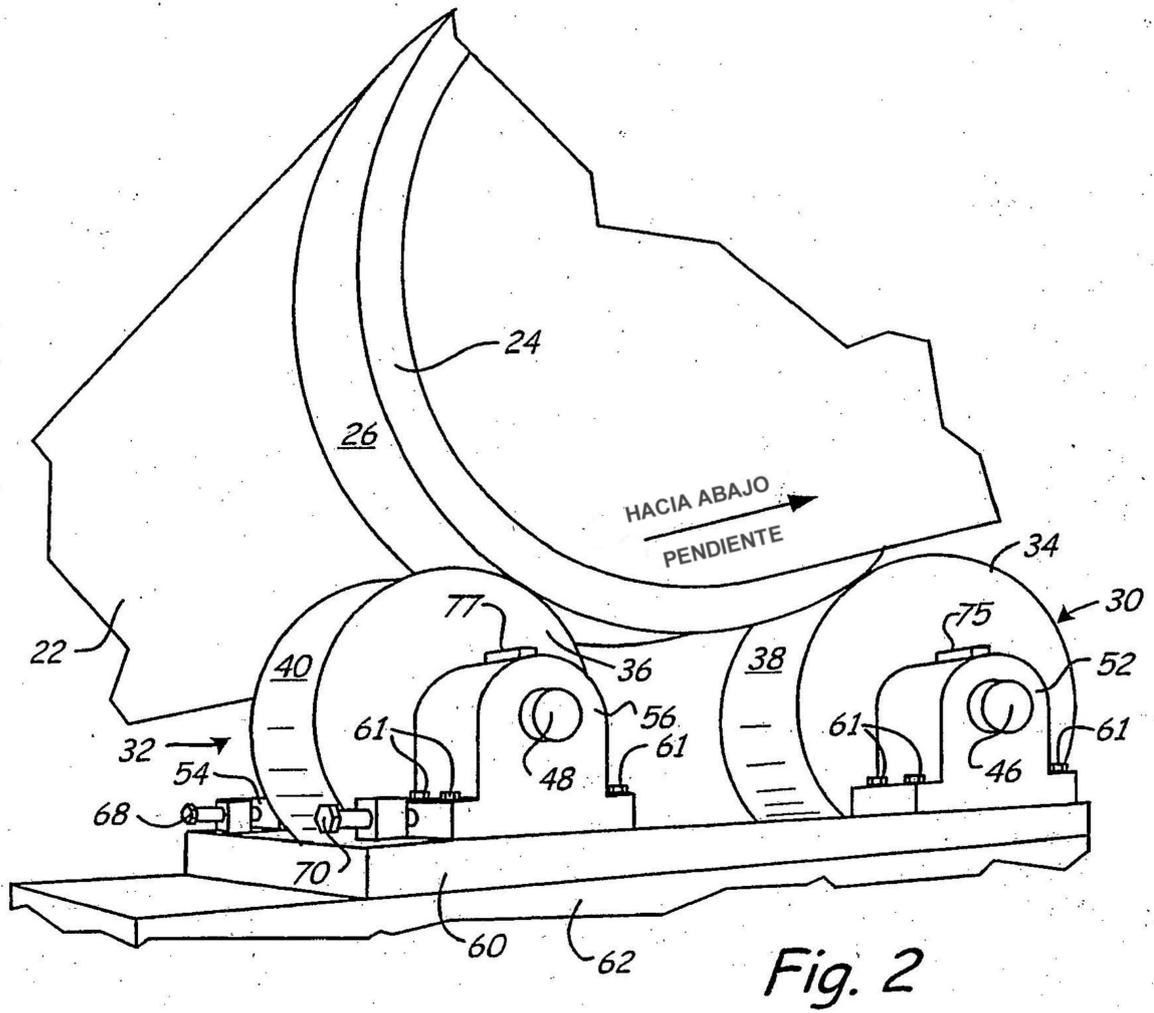


Fig. 2

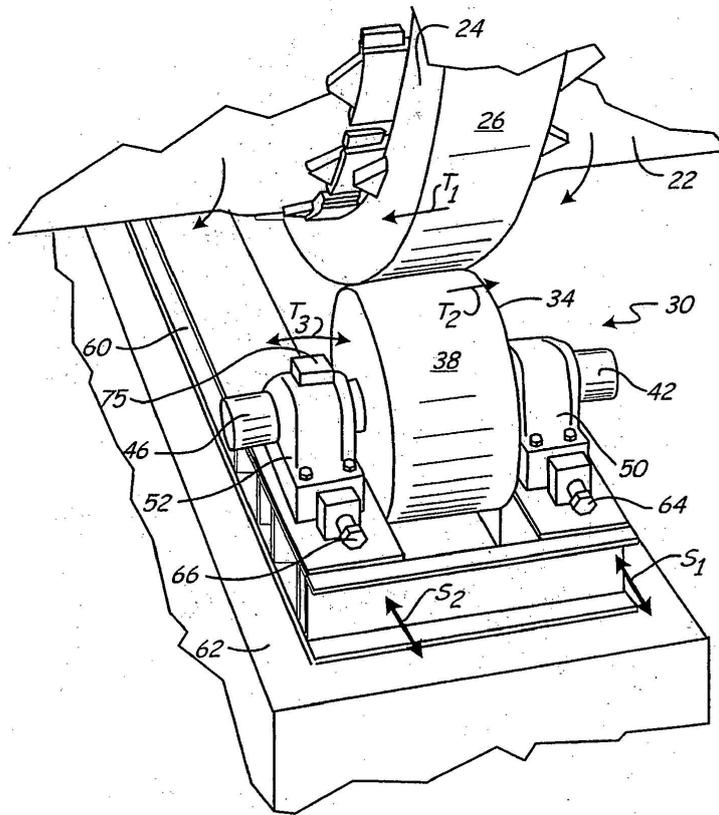


Fig. 3

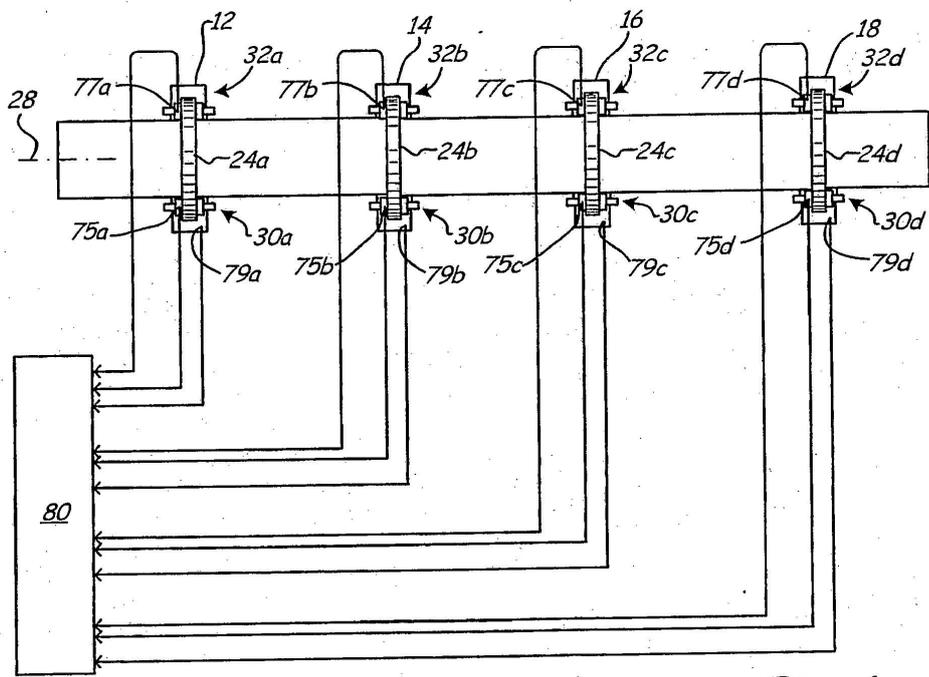


Fig. 4

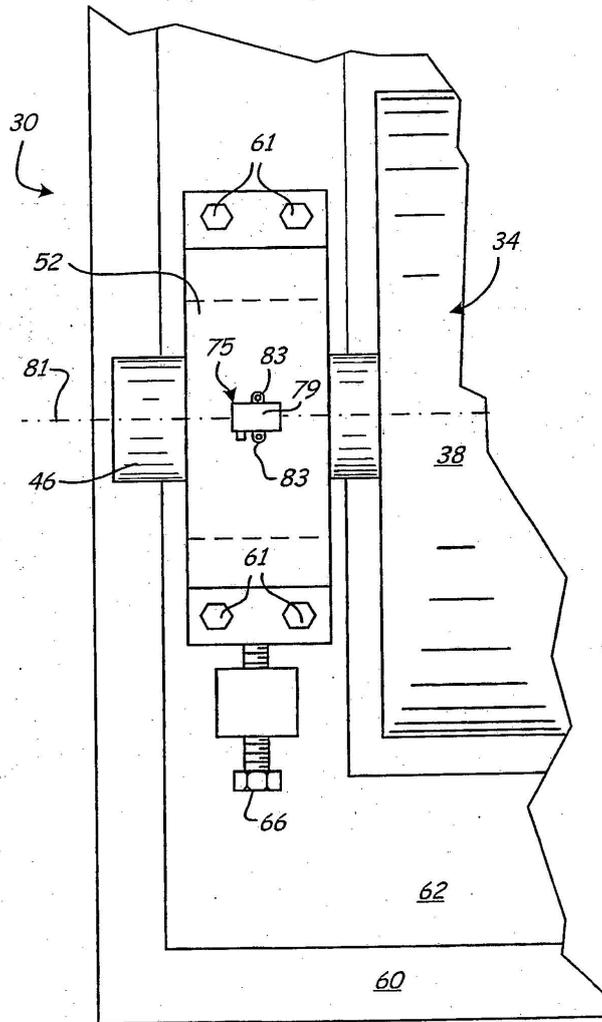


Fig. 5