

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 710**

51 Int. Cl.:

G01N 29/04	(2006.01)
G01N 29/28	(2006.01)
B61K 9/10	(2006.01)
G01N 29/22	(2006.01)
G01N 29/24	(2006.01)
G01N 29/32	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2013 PCT/US2013/027861**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13130493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013 E 13755751 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2807069**

54 Título: **Sistema y procedimiento de prueba no destructiva de raíles de vía férrea con la ayuda de aparatos ultrasónicos montados en neumáticos llenos de fluido mantenido a temperaturas constantes**

30 Prioridad:
28.02.2012 US 201213406926

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2019

73 Titular/es:
**SPERRY RAIL, INC. (100.0%)
5 Research Drive
Shelton, CT 06484, US**

72 Inventor/es:
**HAVIRA, R., MARK y
IORFINO, ANTHONY**

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 719 710 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

Sistema y procedimiento de prueba no destructiva de raíles de vía férrea con la ayuda de aparatos ultrasónicos montados en neumáticos llenos de fluido mantenido a temperaturas constantes

Antecedentes de la invención

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas y procedimientos mejorados para llevar a cabo pruebas y análisis no destructivos de raíles de vías férreas. Más concretamente, la presente invención se refiere a sistemas y procedimientos para identificar imperfecciones y defectos en los raíles de vías férreas subyacentes utilizando medios de detección ultrasónicos montados dentro de los neumáticos llenos de fluido, en los que el fluido situado dentro de los neumáticos es mantenido a una temperatura deseada constante, mediante el empleo de uno o más cambiadores de calor.

Descripción de la técnica relacionada

De cuando en cuando, y por diversas razones, los raíles de las vías férreas pueden desarrollar uno o más defectos o imperfecciones. Dichas condiciones adversas pueden incluir defectos transversales, cizallamientos verticales o defectos de división de la cabeza, cizallamiento horizontal o defectos de resquebrajamiento de la cabeza o elementos similares que pueden proceder de los procesos de fabricación y construcción, de factores medioambientales o del desgaste y resquebrajadura producidos por el uso normal. Estos defectos o imperfecciones se observan típicamente en la cabeza de un raíl, pero también se pueden encontrar dentro del alma y de los pies del raíl, alrededor de las periferias de los agujeros del perno, o en cualquier otra porción de la sección transversal del raíl. Debido a la naturaleza del desplazamiento de la vía férrea, en el que las locomotoras que pesan decenas de toneladas de kilogramos, regularmente transportan cientos de toneladas de mercancías sobre los raíles mientras se desplazan a distintas velocidades, las grietas dentro de los raíles pueden expandirse o propagarse con el tiempo a lo largo de las cabezas de los raíles. Dichos defectos o imperfecciones que se dejan sin atender o sin ponerles remedio pueden derivar en distintos problemas, de los que los más graves pueden incluir averías catastróficas del raíl o descarrilamientos del tren, y pueden plantear muy graves riesgos financieros, sanitarios o de seguridad tanto para las mercancías como para la industria ferroviaria como conjunto.

Las roturas de los raíles pueden preverse y evitarse por medio de una inspección no destructiva rutinaria, la cual puede permitir que los operarios del ferrocarril identifiquen y pongan remedio a las imperfecciones o los defectos infinitesimales u ocultos dentro de los raíles antes de que se manifiesten en problemas de mucha mayor magnitud. Para detectar dichas imperfecciones o defectos, se han construido vehículos o aparatos montados en coches del raíl que incluyen equipos de inspección ultrasónica para desplazarse a lo largo de la vía férrea, y para llevar continuamente a cabo pruebas ultrasónicas de los raíles subyacentes *in situ* transmitiendo haces ultrasónicos dentro de los raíles y analizando cualquier porción de los haces que puedan ser reflejados por las imperfecciones o los defectos.

Un ejemplo de un sistema de inspección ultrasónico de vías férreas para una inspección de raíles *in situ* que incluye un conjunto de rueda que incluye un neumático lleno de líquido para mantener el contacto rodante con la cabeza del raíl subyacente se divulga en la patente estadounidense No. 7,849,748 B2 de Havira. De acuerdo con las enseñanzas del documento de Havira, el neumático forma un parche de contacto con una cabeza de un raíl subyacente e incluye un transductor ultrasónico dentro del neumático para proyectar un haz ultrasónico a lo largo de un eje geométrico del haz a través del líquido y del neumático y hasta el interior de la cabeza del raíl subyacente. El haz ultrasónico se propaga a través del raíl subyacente y es reflejado por cualquier desperfecto o imperfección que pueda estar presente en su interior, lo que puede provocar que algunas o todas las señales del haz retornen al transductor o sean recibidas por otro transductor ultrasónico. Las porciones reflejadas de la señal son entonces analizadas por uno o más procesadores informáticos para determinar el tipo, la magnitud o el desplazamiento de la imperfección o el defecto a partir del cual la señal fue reflejada.

Cuando un transductor ultrasónico está suspendido dentro de un neumático lleno de fluido, como por ejemplo se divulga en el documento de Havira, el neumático y el fluido proporcionan el medio de transmisión entre el transmisor ultrasónico y el raíl subyacente. Debido a la naturaleza del desplazamiento del sonido, la resistencia y la calidad de las señales ultrasónicas que son ambas suministradas y recibidas por el transductor dependen de la velocidad del sonido del fluido.

La velocidad del sonido de las ondas sonoras longitudinales en un medio depende en términos generales de la compresibilidad y de la densidad del medio. En un medio líquido, la velocidad del sonido se calcula típicamente de acuerdo con la fórmula Newton - LaPlace mostrada en la Ecuación (1), siguiente:

55

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \quad (1)$$

en la que c es la velocidad del sonido en el medio; K es el módulo de compresibilidad del medio, esto es, una medida de la resistencia del medio a la compresión uniforme; y ρ es la densidad del medio.

5 Tanto la densidad como el módulo de compresibilidad (o la compresibilidad) de un líquido típicamente dependen de la temperatura del líquido. En agua líquida, la densidad varía ampliamente dentro del intervalo entre las temperaturas de congelación y de ebullición entre 0° C y 100° C, respectivamente. Por ejemplo, la densidad del agua se ha observado que sigue aproximadamente un plano parabólico entre 0° y 100° C, con una densidad de pico de aproximadamente 1,0000 gramos por mililitro (g/ml) a aproximadamente 4° C, y con unas densidades mínimas de 0,9999 gramos por mililitro (g/ml) a aproximadamente 0° C, y 0,9581 gramos por mililitro (g/ml) a aproximadamente 100° C. Así mismo, el módulo de compresibilidad del agua también varía en función de la temperatura del agua elevándose desde un valor 2,02 gigapascuales (GPa), a 0° C hasta un pico de 2,30 gigapascuales (GPa), a aproximadamente 54,4° C antes de descender a un valor de 2,07 gigapascuales (GPa) a 100° C.

15 Las variaciones de la densidad del módulo de compresibilidad de un líquido a diversas temperaturas se traducen en variaciones concomitantes de la velocidad del sonido a través del líquido. Por ejemplo, en Velocidad del Sonido en Agua Pura, 52 J. Acoust. Soc. of America 1442 (1972), Del Grosso y Mader desarrollaron una ecuación polinomial de quinto orden para estimar la velocidad del sonido dentro de agua pura en función de la temperatura. Del Grosso y Mader identificaron un pico de la velocidad del sonido en agua pura de 1.555,147 metros por segundo (m/s) a 74,172° C, así como unas velocidades de 1.402,388 metros por segundo (m/s) a 0° C y 1.543,109 metros por segundo (m/s) a 100° C. Por tanto, de acuerdo con Del Grosso y Mader, la velocidad del sonido en agua líquida varía a través del intervalo de temperaturas de la fase líquida por encima de un diez por ciento.

25 Las variaciones de la velocidad del sonido en un líquido en función de la temperatura son particularmente críticas para la inspección y el análisis de las vías férreas utilizando medios de detección ultrasónicos montados dentro de los neumáticos llenos de fluido. Debido a que el líquido actúa como medio de transmisión primaria entre el transductor y la cabeza del raíl, los cambios de propagación del sonido y las propiedades de atenuación del líquido pueden crear resultados de inspecciones ultrasónicas ampliamente variables, ya sea dentro de un análisis individual, por ejemplo cuando la temperatura del fluido dentro del neumático se calienta, debido a la fricción después de muchos kilómetros de desplazamiento o incluso entre análisis, como por ejemplo cuando las pruebas se llevan a cabo en diferentes momentos del año o a temperaturas ambientes diferentes. A menos que la variación de la temperatura del fluido sea tenida en cuenta, los resultados de las inspecciones pueden no resultar normalizadas, y pueden convertirse en poco valiosas para identificar las imperfecciones y los defectos dentro del raíl. En dichos casos, el diagnóstico y la corrección de las averías potencialmente catastróficas pueden ser retardadas o completamente pasadas por alto. El documento JP 56098358 divulga un aparato microscópico ultrasónico. El aparato comprende unos medios de control de la temperatura por medio de los cuales la muestra que se está examinando está sumergida en un líquido mantenido a una determinada temperatura a través del cual las ondas ultrasónicas son transmitidas durante la inspección.

35 Es un objeto de la presente invención solventar uno o más de los inconvenientes y / o desventajas de la técnica anterior descritos en las líneas anteriores.

Sumario de la invención

40 La presente invención se refiere a un sistema para detectar e inspeccionar determinados tipos de defectos de un raíl, incluyendo un neumático lleno de fluido para mantener el contacto rodante con una cabeza de un raíl subyacente sobre el cual se desplaza el carro. De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona una unidad de búsqueda rodante para llevar a cabo una inspección ultrasónica de un raíl de la vía férrea, que comprende:

- 45 un neumático sustancialmente lleno de un fluido;
- al menos un transductor ultrasónico suspendido en el fluido dentro del neumático; y
- caracterizado por un cambiador de calor (170) suspendido en el fluido dentro del neumático (120), en el que el cambiador de calor está adaptado para recibir un flujo de un medio de transferencia térmica desde una fuente externa para regular la temperatura del fluido.

50 Así mismo, se describe un sistema mejorado para llevar a cabo pruebas no destructivas de raíles de una vía férrea. El sistema puede incluir al menos un conjunto de rueda montado sobre un soporte de sonda, suspendido de un carro, dispuesto por cualquier otro vehículo, en el que el al menos un conjunto de rueda presenta al menos un neumático lleno de fluido para mantener el contacto rodante con un raíl subyacente. El sistema puede además incluir un cambiador de calor montado dentro del neumático, que puede ser una parte de un sistema de fluido en bucle cerrado que extraiga calor de o introduzca calor hacia el fluido dentro del neumático rodante para hacer circular un medio de transferencia de calor a través de aquél. El sistema puede además incluir unos sensores y / o unos sistemas de control para vigilar ya sea la temperatura del fluido dentro del neumático rodante o por medio de

transferencia térmico y para suministrar calentamiento o enfriamiento al cambiador de calor, en caso necesario, para mantener la temperatura del fluido dentro del neumático en o cerca de una señal de referencia.

De acuerdo con un segundo aspecto, la invención proporciona un procedimiento para llevar a cabo pruebas ultrasónicas e inspecciones, comprendiendo el procedimiento:

- 5 la provisión de un transductor ultrasónico dentro de un neumático lleno de un fluido;
- la colocación del neumático en contacto rodante con un rail de la vía férrea;
- la detección de un haz ultrasónico desde el transductor ultrasónico hasta el interior de un rail de la vía férrea; y caracterizada por mantener el fluido a una temperatura predeterminado. Los sistemas y procedimientos de la presente invención pueden proporcionar numerosas ventajas respecto de la técnica anterior. En primer lugar, los sistemas y procedimientos pueden asegurar que los resultados de la inspección son normalizados por medio de una inspección única mediante la provisión de una temperatura única de fluido constante a pesar de cualquier variación de la temperaturas a lo largo del proceso de inspección o del calor que pueda ser generado debido a la fricción. En segundo lugar, por las mismas razones, los sistemas y procedimientos pueden también normalizar los resultados de las inspecciones periódicas llevadas a cabo a lo largo del año, esto es, en cada estación y a cualquier temperatura. En tercer lugar, debido a que la temperatura del medio fluido puede ser controlada o mantenida en un nivel deseado, los sistemas y procedimientos permiten que las pruebas sean llevadas a cabo a la temperatura más ventajosa para un medio de un fluido concreto, esto es, a la temperatura en la que las propiedades acústicas del fluido sean potenciadas al máximo. Finalmente los sistemas y procedimientos permiten que la misma unidad de búsqueda rodante sea utilizada para dirigir las inspecciones y los análisis en cualquier emplazamiento con independencia de las temperaturas de los respectivos emplazamientos.
- 10
- 15
- 20

Otros aspectos y ventajas de los sistemas y procedimientos para llevar a cabo pruebas no destructivas divulgadas en la presente memoria se determinarán tras el análisis del Sumario de la Invención, las Figuras, la Descripción Detallada y las Reivindicaciones.

25 **Descripción de diversas vistas de la invención**

La FIG. 1 es una vista esquemática de un sistema de inspección de un rail de la vía férrea ultrasónico de acuerdo con la técnica anterior.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva de un carro utilizado en el sistema de inspección de un rail de la vía férrea de la FIG. 1, de acuerdo con la técnica anterior.

- 30 La FIG. 3 es una vista lateral de una unidad de búsqueda rodante de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 4 es una vista isométrica de la unidad de búsqueda rodante de la FIG. 3.

La FIG. 5 es una vista en sección transversal de la unidad de búsqueda rodante de la FIG. 3 tomada a lo largo de las líneas en sección 5 - 5.

- 35 La FIG. 6 es una vista en sección transversal de la unidad de búsqueda rodante de la FIG. 4 tomada a lo largo de las líneas en sección 6 - 6.

La FIG. 7A es una vista isométrica de una forma de realización de un cambiador de calor para su uso en una unidad de búsqueda rodante de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 7B es una vista isométrica en despiece ordenado del cambiador de calor de la FIG. 7A.

- 40 La FIG. 7C es una vista ortogonal de una forma de realización del cambiador de calor para su uso en una unidad de búsqueda rodante de acuerdo con una forma de realización de la presente invención, que muestra una vía de flujo interno para el flujo de refrigerante en líneas de trazo discontinuo.

La FIG. 8 es un diagrama de una tubuladura para un sistema de transferencia de calor que incluye una pluralidad de unidades de búsqueda rodantes de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

- 45

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a una unidad de búsqueda rodante que incluye un neumático lleno de fluido para rodar a lo largo de un raíl subyacente, en la que un transductor ultrasónico y un cambiador de calor están montados dentro del neumático.

Son conocidos por los expertos en la materia diversos sistemas y procedimientos para llevar a cabo pruebas no destructivas de railes de vías férreas que utilizan transductores ultrasónicos, por ejemplo los sistemas y procedimientos divulgados en la patente estadounidense No. 7,849,748 B2 de Havira. Con referencia a la FIG. 1, se muestra un sistema 10 de inspección de un rail de la vía férrea ultrasónico para inspeccionar un rail de la vía férrea 12 de acuerdo con la técnica anterior. El rail 12 presenta un diseño en sección transversal conocido, típico, con una base 14, un alma 16 central, y una cabeza 18. La cabeza 18 está conformada con un lado 20 de ancho de vía, un lado 22 de campo, y una superficie 24 de rodadura superior.

El sistema 10 incluye además un detector o sensor 26 que contiene uno o más transductores 28 ultrasónicos, que están generalmente controlados por una unidad 30 de procesamiento central del ordenador 35, que está conectado al transductor por medio de un cable 32. El transductor 28 ultrasónico está adaptado para transmitir y recibir haces ultrasónicos. Cuando la unidad 30 de procesamiento central envía una señal de control al transductor 28, el transductor 28 genera y transmite un haz 34 ultrasónico a lo largo del eje geométrico 36 del haz hacia la superficie 24 superior del rail 12. Después de una ligera refracción, el haz 34 se propaga a través de la cabeza 18 hasta que el haz 34 reflejado por una imperfección F incrustada en la cabeza 18. Como se muestra en el caso ilustrado de la FIG. 1, parte del haz 34 ultrasónico es reflejado hacia atrás desde la imperfección F a lo largo del eje geométrico 36 del haz y se propaga a través de la cabeza 18 del rail 12, a través de la superficie 24 superior del rail 12 hasta el transductor 28 donde se detecta el haz reflejado. El transductor 28 convierte el haz reflejado en una señal de reflexión que es enviada a la unidad 30 de procesamiento central a través del cable 32. La unidad 30 de procesamiento central analiza la señal de reflexión en comparación con la señal transmitida e identifica la existencia, el tipo y el emplazamiento de la imperfección F dentro del rail 12.

Con referencia a la FIG. 2, un carro 40 u otro portador de sonda para llevar a cabo una operación de inspección se muestra suspendido por unos tirantes 43 por debajo de un autorraíl o un vehículo de inspección (no mostrado) que se desplaza a lo largo de los railes 12 para llevar a cabo *in situ* la detección e identificación de las imperfecciones del rail. El carro 40 puede incluir un conjunto de cuatro ruedas 42 del carro embridadas conectadas a las cuatro esquinas, respectivamente, de un chasis 44 rectangular para guiar el carro 40 a lo largo de los railes 12 en una posición sustancialmente centrada cuando el carro 40 es descendido sobre los railes 12 para llevar a cabo una operación de inspección.

El carro 40 puede estar equipado con un número indeterminado de dispositivos de inspección de railes de vías férreas conocidos y de accesorios de inspección, por ejemplo un conjunto 46 de sensor de inducción y asociado con las escobillas 48 de inducción de la corriente. El carro 40 puede también estar equipado con una o más ruedas 50, 52, 60 de inspección del rail ultrasónica que utilicen unos transductores fijados en diversos ángulos para detectar imperfecciones en la parte delantera y en la parte trasera de las ruedas con respecto a la dirección de desplazamiento así como de defectos por debajo del carro 40 en el alma de los railes 12. Así mismo, el carro 40 puede también estar equipado con una pluralidad de limpiadores 54 del rail para eliminar los residuos de los railes 12 delante de los sensores y de los detectores de las imperfecciones. Cualquier otra forma de portador de sonda puede ser utilizada para montar las unidades de búsqueda rodantes y para llevar a cabo una operación de inspección, de acuerdo con la presente invención.

Con referencia a las FIGS. 3 y 4, se muestra una unidad 100 de búsqueda rodante de acuerdo con la presente invención. La unidad 100 de búsqueda rodante incluye un conjunto 110 de montura, un eje 112, un conector 114, una válvula 116 de sangrado y un neumático 120 sujeto entre un anillo 122 de agarre y una brida 136 de rueda. La unidad 100 de búsqueda rodante puede estar unida con un sistema de transferencia de calor (no mostrado) por medio de unos conectores 130 y de unos tubos elásticos 132 que proporcionan un medio de transferencia de calor a la unidad 110 de búsqueda rodante por medio de unos cabezales de suministro y retorno.

El conjunto 110 de montura está adaptado para ser montado al lado inferior del carro u otro vehículo capaz de despalazarse sobre una vía férrea y proporciona soporte al eje 112 y al neumático 120. El conector 114 está montado sobre una extensión del eje 112 y está adaptado para conectar con un ordenador u otra unidad de procesamiento. Como por ejemplo una unidad 30 de procesamiento central mostrada en la FIG. 1. De modo preferente, el conector 114 es un conector de múltiples clavijas adaptado para proporcionar una red versátil de conexiones entre la unidad 110 de búsqueda rodante y un ordenador u otra unidad de procesamiento.

Con referencia a las FIGS. 5 y 6, se muestran unas vistas en sección transversal de la unidad 100 de búsqueda rodante de las FIGS. 3 y 4. La unidad 100 de búsqueda rodante se muestra presentando un transductor 160 ultrasónico y el cambiador de calor 170 soportado dentro del neumático 120 que está lleno del fluido G.

El eje 112 se muestra montado sobre el conjunto 110 de montura proporcionando soporte a la brida 136 de la rueda. El eje 112 puede estar formado a partir de cualquier material que ofrezca una resistencia suficiente, por ejemplo acero inoxidable. El neumático 120 está sujeto dentro de los anillos 122 de sujeción mediante el uso de unos medios de fijación 124, los cuales fijan y cierran herméticamente el perímetro interno del neumático 120. Los anillos 122 de sujeción, el neumático 120 y las bridas 136 de la rueda forman una cavidad que puede ser llenada con un fluido. De modo preferente, los medios de sujeción 124 son tornillos mecanizados, aunque puede utilizarse cualquier otra forma de medio de sujeción para fijar el neumático 120 dentro de los anillos 122 de sujeción.

El neumático 120 rota libremente en conexión con los anillos 122 de sujeción y con la brida 136 de la rueda, y en contacto con un raíl subyacente. En una forma de realización actualmente preferente, la brida 136 de la rueda incluye un conjunto de cojinetes situado dentro de los anillos de retención y mantenido en posición dentro de un resorte para proporcionar un soporte radial al eje 112 y para reducir la fricción rotacional.

5 El neumático 120 está formado a partir de un material flexible, por ejemplo poliuretano, y está lleno de un líquido G a una ligera presión, esto es, 68,950 kilopascales (kPa), manométrica. El neumático 120 puede estar lleno de un fluido G antes de una operación de inspección por medio de la válvula 152 de llenado, mostrada cubierta por un amortiguador 154 de vástago, o drenada para dar servicio a través de la válvula 116 de purga, que se muestra como
10 cubierta por una tapa. La unidad 100 de búsqueda rodante también incluye unas juntas estancas 150 que impiden que el fluido G presurizado se escape del neumático 120.

En una forma de realización preferente, el fluido G dentro del neumático es una mezcla de agua y de etilenglicol, aunque puede ser utilizado cualquier otro fluido apropiado. El etilenglicol es un componente preferente del fluido G debido a su bajo punto de congelación, especialmente en mezclas con agua. Aunque el etilenglicol puro se congela a aproximadamente -12° C, una mezcla de aproximadamente un cincuenta por ciento de agua y un cincuenta por
15 ciento de etilenglicol por volumen se congela aproximadamente a -35° C.

Un conjunto 156 de horquilla está situado dentro del neumático 120. El conjunto 156 de horquilla proporciona un soporte estructural dentro del neumático 120 para el transductor 160 ultrasónico y para el cambiador de calor 170. El transductor 160 ultrasónico puede estar equipado para transmitir haces ultrasónicos a través del fluido G y del neumático 120 y por el interior del raíl subyacente, y puede también estar equipado para recibir haces reflejados por
20 las imperfecciones, defectos u otras características dentro del raíl subyacente.

El cambiador de calor 170 está diseñado para transferir calor entre el fluido G hacia el exterior del cambiador de calor 170 dentro del neumático 120, y el medio de transferencia de calor que pasa por el interior a través del cambiador de calor 170 hasta un sistema de transferencia de calor interno. El cambiador de calor 170 está
25 conectado a un suministro externo y retorna los cabezas a través de los conectores 130, los tubos elásticos 132 y los acodamientos 134, que suministran el medio de transferencia de calor hasta el cambiador de calor 170 a través de los canales situados dentro del eje 112. Aunque los cambiadores de calor de acuerdo con la presente invención pueden adoptar cualquier forma, el cambiador de calor 170 mostrado en las FIGS. 5 y 6 presenta una forma arqueada de un sector circular y está dimensionado para potenciar al máximo el área de superficie externa para la transferencia de calor dentro del neumático 120 y también para acoplarse dentro de la altura libre cargada del
30 neumático 120. Así mismo, aunque el cambiador de calor 170 se muestra en las FIGS. 4 - 6 como que presentan unas superficies exteriores lisas, los cambiadores de calor de acuerdo con la presente invención pueden presentar unas superficies externas con surcos o corrugadas con el fin de potenciar aún más la transferencia de calor o presentar cualquier otras características de superficie deseadas.

El cambiador de calor 170 está diseñado para ser una parte de un sistema de transferencia de calor en bucle cerrado que puede incluir uno o más calentadores o enfriados en comunicación de fluido con el cambiador de calor 170. De modo preferente, el cambiador de calor 170 está diseñado para soportar unas presiones operativas internas de aproximadamente 413,685 kilopascales (kPa), calibrados, y para mantener el medio de transferencia de calor dentro del sistema de transferencia de calor separado del fluido G dentro del neumático 120. Aunque la unidad 100 de búsqueda rodante está diseñada para mantener el fluido G y el medio de transferencia de calor separados uno de
40 otro y para impedir que el fluido G y el medio de transferencia de calor se sitúen en contacto directo uno con otro, el fluido G y el medio de transferencia de calor, de modo preferente, son el mismo fluido, esto es, una mezcla de aproximadamente un cincuenta por ciento de agua y un cincuenta por ciento de etilenglicol en peso. Sin embargo, cualquier medio de transferencia de calor puede ser utilizado dentro del cambiador de calor montado dentro de un neumático de acuerdo con la presente invención.

45 Las conexiones 130 permiten que la unidad 100 de búsqueda rodante esté enlazada con un sistema de transferencia de calor que puede ser mantenido a bordo de un autorraíl, carro, u otro vehículo de inspección, y puede incluir uno o más calentadores o enfriadores así como un equipo de control de la temperatura. De modo preferente, los conectores 130 son unos accesorios de latón macho de conexión rápida que permiten que la unidad 100 de búsqueda rodante quede acoplada con un sistema de transferencia de calor en un formato modular, aunque
50 puede utilizarse cualquier forma de conectar para conectar el cambiador de calor 170 con los cabezales de suministro y retorno para ser un sistema de transferencia de calor. Así mismo, los tubos elásticos 132 pueden estar formados a partir de cualquier material, por ejemplo caucho aislado o envainado, con el fin de reducir al mínimo la transferencia de calor hacia o desde el medio de transferencia de calor desde el entorno ambiental y para mantener el cambiador de calor 170 en comunicación de fluido con el sistema de transferencia de calor a pesar de las diversas vibraciones y choques asociados con el desplazamiento de la unidad 100 e búsqueda rodante a lo largo de las vías
55 ferras.

Con referencia a la FIG. 7A se muestra una forma de realización del cambiador de calor 170 de acuerdo con la presente invención. En la FIG. 7A el cambiador de calor 170 se muestra incluyendo una base 171, una cubierta 172, una entrada 174, una salida 175 y unos agujeros 176 de montaje. Con referencia a la FIG. 7B, se muestra una vista
60 en despiece ordenado del cambiador de calor 170 de la FIG. 7A, con la cubierta 172 retirada de la base 171 dejando

al descubierto unas espigas 177 de localización y una vía 180 de flujo. Con referencia a la FIG. 7C, el cambiador de calor 170 de la FIG. 7A se muestra como una unidad ensamblada, con la vía 180 de flujo mostrada en líneas discontinuas.

5 La base 171 y la cubierta 172 forman las superficies exterior e interior del cambiador de calor 170 que incluye la vía 180 de flujo interna. La entrada 174 y la salida 175 están adaptadas para recibir y descargar el medio de transferencia de calor, respectivamente, desde y hacia un sistema de transferencia de calor. Los agujeros 176 de montaje pueden ser utilizados para montar el cambiador de calor 170 dentro del neumático 120, por ejemplo mediante los pernos u otra conexión con el conjunto 156 de horquilla, como se muestra en las FIGS. 5 y 6.

10 De modo preferente, el cambiador de calor 170 es un dispositivo de placa cobresoldada que contiene una vía 180 de flujo interna tortuosa alargada destinada a potenciar al máximo la longitud de flujo del medio de transferencia de calor dentro del cambiador de calor 170 y, por tanto, potenciar al máximo la transferencia de calor entre el fluido G y el medio de transferencia de calor. El cambiador de calor 170 puede estar conformado a partir de cualquier material deseado, por ejemplo cobre o latón. Así mismo, aunque el cambiador de calor 170 mostrado en las FIGS. 7A, 7B y 7C incluye una base y una cubierta separadas, los cambiadores de calor de acuerdo con la presente invención
15 pueden estar conformadas como una unidad integrada única y no necesitan incluir las espigas 177 de localización.

Durante el funcionamiento, una unidad 100 de búsqueda rodante puede ser descendida en contacto con una vía férrea para conducir una inspección, y un ordenador u otra unidad de procesamiento, por ejemplo la unidad 30 de procesamiento central y el ordenador 35 mostrado en la FIG. 1, puede suministrar una señal al transductor 160 ultrasónico para transmitir uno o más haces a través del fluido G y del neumático 120, y hacia el interior de la cabeza del raíl subyacente, cuando la unidad 100 se desplaza por abajo de la vía férrea. De manera simultánea la temperatura del fluido G y / o del medio de la transferencia de calor que sale del cambiador de calor pueden ser supervisadas. Si la temperatura del fluido G es demasiado alta o demasiado baja, el flujo del medio de transferencia de calor puede ser inhabilitado, asegurado o controlado a través del cambiador de calor 170 hasta que se alcance la temperatura deseada. El calor puede ser generado dentro del neumático 120 debido a la fricción por ejemplo la fricción de los cojinetes, la fricción generada por el contacto rodante del neumático 100 con el raíl subyacente y también la fricción provocada por el desplazamiento del fluido G dentro del neumático 120.
20
25

El flujo del medio de transferencia de calor a través del cambiador de calor 170 puede ser controlado desde el exterior, en base a las temperaturas detectadas del fluido G o en base al medio de transferencia de calor. El flujo puede ser controlado por un ordenador u otra unidad de procesamiento, por ejemplo, la unidad 30 de procesamiento central y el ordenador 35 mostrado en la FIG. 1. Así mismo, el flujo puede ser controlado por el mismo ordenador u otra unidad de procesamiento que también controle el suministro de señales al transductor 160 ultrasónico o mediante un sistema separado. Además, el flujo del medio de transferencia de calor a través del cambiador de calor o asegurar o incrementar o reducir en base a los factores detectados o previstos. Por ejemplo, el flujo del medio de transferencia de calor puede incrementar o reducir de manera anticipada para prevenir un incremento o una reducción de la velocidad del autorraíl, para dar cuenta de la fricción incrementada o reducida. De modo similar, el flujo del medio de transferencia de calor se puede incrementar o reducir debido a los cambios de la temperatura ambiente del entorno o en base a las previsiones de un cambio de la temperatura en el entorno ambiental.
30
35

Con referencia a la FIG. 8, se muestra un diagrama de una tubuladura de una forma de realización de un sistema de transferencia de calor. El sistema incluye un carro 200 montado en un vehículo 300 de inspección, por ejemplo un autorraíl. Por debajo del carro 200, tres unidades 100 de búsqueda rodante, de manera que las unidades de búsqueda rodantes mostradas en las FIGS. 3 - 6 que incluyen los neumáticos 120 estén instaladas y alineadas para el contacto rodante con un raíl subyacente. El carro 200 también incluye un colector 220 de suministro desde el cual las líneas de suministro 222 se extienden hasta las unidades 100 de búsqueda rodante y un colector 230 de retorno desde el cual las líneas 232 de retorno pueden extenderse desde las unidades 100 de búsqueda rodantes. Así mismo, el colector 230 de retorno presenta también una conexión de detección para un termopar 240, que supervisa la temperatura del medio de transferencia de calor dentro del colector 230 de retorno. Como alternativa, puede haber uno o más termopares para detectar la temperatura del fluido dentro del neumático 120, las temperaturas del medio de transferencia de calor a lo largo del sistema de transferencia de calor o las temperaturas ambientales.
40
45

El vehículo 300 incluye un aparato 310 de transferencia de calor, que puede ser un enfriador, un calentador u otro dispositivo de transferencia de calor adaptado para actuar como un enfriador y un calentador, así como un filtro 312. El aparato 310 de transferencia de calor proporciona un flujo de un medio de transferencia de calor a una temperatura deseada para suministrar el conducto 320, que proporciona un medio de transferencia de calor para la alimentación 322 del suministro y para el colector 220 de suministro dentro del carro 200. El aparato 310 de transferencia de calor recibe un flujo del medio de transferencia de calor a través del conducto 330 de descarga que recibe el medio de transferencia de calor desde el colector 230 de descarga a través de una alimentación 332 de descarga. Aunque solo se muestra un carro 200 en la FIG. 8, como acoplado con la alimentación 322 de suministro, y de la alimentación 332 de descarga, los expertos en la materia advertirán que pueden disponerse carros adicionales con el sistema de transferencia de calor. Por ejemplo, un segundo carro 200 puede estar acoplado con la alimentación 324 de suministro y con la alimentación 344 de descarga. Así mismo, aunque el carro 200 se muestra en la FIG. 8 incluye tres unidades 100 de búsqueda rodante, pueden añadirse unidades de búsqueda rodantes adicionales al carro 200 o a otro soporte de sonda de acuerdo con la presente invención.
50
55
60

El aparato 310 de transferencia de calor está funcionalmente conectado a una caja 342 de derivación unida al termopar 340, y recibe señales relacionadas con el medio de transferencia de calor dentro del colector 230 de retorno. En la forma de realización del sistema mostrado en la FIG. 8, el aparato de transferencia de calor puede recibir señales relacionadas con la temperatura del fluido del medio de transferencia de calor u otras señales y puede incrementar o reducir el flujo del medio de transferencia de calor o puede incrementar o reducir la temperatura del medio de transferencia de calor, por consiguiente.

Un sistema de transferencia de calor, por ejemplo como el sistema mostrado en la FIG. 8, puede ser utilizado para mantener la temperatura del fluido dentro de un neumático dentro de una unidad de búsqueda rodante, como por ejemplo el neumático 120 de las unidades 100 de búsqueda rodante mostradas en las FIGS. 3 - 6, controlando el caudal de la temperatura y el medio de transferencia de calor que pasa a través de los cambiadores de calor montados dentro de los neumáticos. Por ejemplo, si la temperatura detectada del medio de transferencia de calor dentro del colector 240 de retorno se eleva por encima o cae por debajo de un punto de referencia o más allá de un intervalo aceptable, el sistema 310 de transferencia de calor puede añadir calor o suprimir calor del medio de transferencia de calor o puede incrementar o reducir el caudal del flujo del medio de transferencia de calor a través del cambiador de calor 170.

Sistemas y procedimientos para llevar a cabo las inspecciones de los raíles que utilizan las unidades de búsqueda rodantes de la presente invención proporcionan una pluralidad de ventajas respecto de la técnica anterior. En primer lugar, posibilitando que los operarios mantengan la temperatura del fluido dentro de los neumáticos en niveles constantes, los resultados de las pruebas normalizadas pueden obtenerse con independencia de la temperatura del entorno en el momento de la inspección. En segundo lugar, las unidades de búsqueda rodantes de la presente invención son lo suficientemente versátiles para ser utilizadas en cualquier localización desde un desierto caliente y seco hasta una zona nevosa, montañosa debido a que las unidades de búsqueda rodantes se adaptarán a las diferencias de temperatura y proporcionarán por consiguiente unos resultados de las pruebas normalizadas. En tercer lugar, las unidades de búsqueda rodantes de la presente invención pueden también adaptarse al calor generado por medio de fricción o a partir de cualquier otra fuente durante su funcionamiento. En cuarto lugar, debido a que los incrementos de la temperatura conducen a unas presiones incrementadas del fluido dentro de un neumático, el control de la temperatura del fluido dentro del neumático posibilita que los operarios reduzcan al mínimo el mantenimiento y el desgaste y el resquebrajamiento del neumático u otros componentes dentro del sistema de transferencia de calor.

Además, de acuerdo con lo antes expuesto, los sistemas y procedimientos divulgados en la presente memoria pueden ser utilizados en una diversidad de aplicaciones y no está limitados para su uso en vías férreas de inspección. Por ejemplo, los sistemas y los procedimientos pueden ser utilizados para dirigir inspecciones ultrasónicas de cualquier superficie, como por ejemplo carreteras, cimientos u otras estructuras o por cualquier razón perseguida.

Debe entenderse que, a menos que explícita o implícitamente se indique otra cosa en la presente memoria, cualquiera de los elementos, características, alternativas o modificaciones descritas con respecto a una forma de realización concreta, pueden también aplicarse, utilizarse, o incorporarse en cualquier otra forma de realización descrita en la presente memoria. Así mismo, se debe entender que los dibujos que se acompañan no están trazados a escala.

El lenguaje condicional como por ejemplo, entre otros, "puede", "podría", "sería posible", o "es posible", a menos que concretamente se establezca otra cosa, o que se entienda otra cosa dentro del contexto tal y como se utilizan, generalmente está destinado a transmitir que determinadas formas de realización podrían incluir, pero podrían no requerir, determinadas características, elementos y / o etapas. Así, dicho lenguaje condicional no está destinado en general a implicar que características, elementos y / o etapas no vienen en ningún modo requeridas para una o más formas de realización o que una o más formas de realización necesariamente incluyan una lógica para decidir con o sin la entrada de usuario, o una invitación de si estas características, elementos y / o etapas están incluidos o están destinados a ser llevados a cabo de cualquier forma concreta.

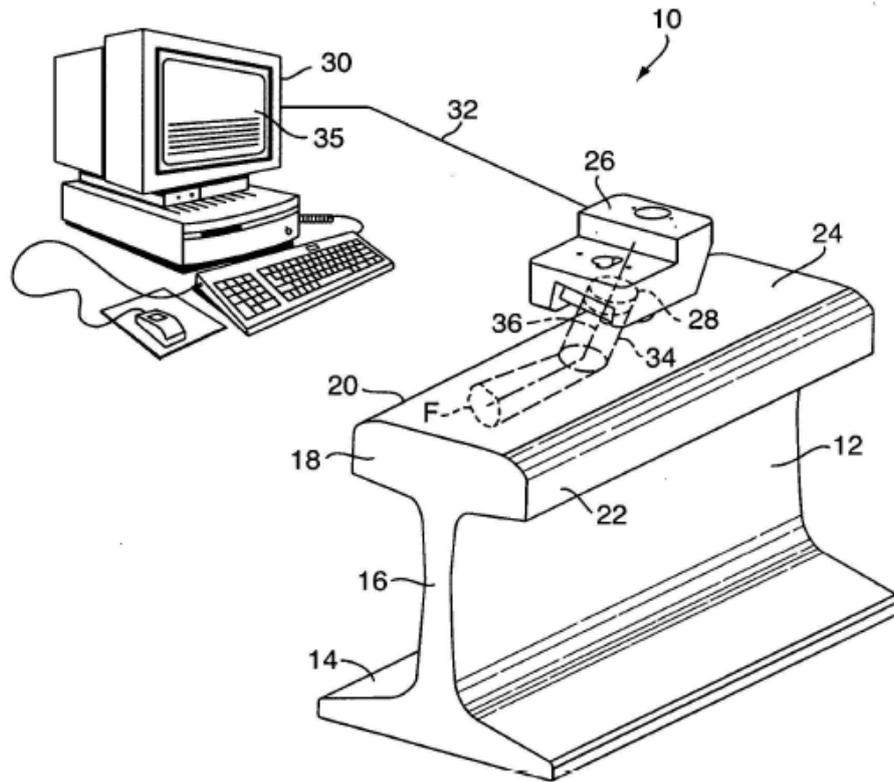
Como advertirán los expertos en la materia acerca de las enseñanzas incluidas en la presente memoria, pueden llevarse a cabo numerosos cambios y modificaciones en las formas de realización anteriormente descritas y otras de la presente invención sin apartarse de la misma según queda definida por las reivindicaciones. Por consiguiente, la descripción detallada de las formas de realización actualmente preferentes deben considerarse como ilustrativas, y no en sentido limitativo.

Aunque la invención ha sido descrita e ilustrada con respecto a formas de realización de la misma, las adiciones u omisiones precedentes y otras distintas pueden efectuarse en la presente memoria y respecto de ella sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una unidad (100) de búsqueda rodante para efectuar una inspección ultrasónica de un rail de una vía férrea, que comprende:
- un neumático (120) sustancialmente lleno de un fluido;
 - 5 al menos un transductor (160) ultrasónico suspendido en el fluido dentro de un neumático (120); y **caracterizada por**
 - un cambiador de calor (170) suspendido en el fluido dentro del neumático (120),
 - en la que el cambiador de calor (170) está adaptado para recibir un flujo de un medio de transferencia de calor procedente de una fuente externa para regular una temperatura del fluido.
- 10 2.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 1,
- en la que el cambiador de calor (170) comprende una entrada (174), una salida (176), y una vía (180) de flujo interno entre la entrada (174) y la salida (176).
- 3.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 1,
- en la que el fluido comprende una mezcla que incluye al menos un elemento entre agua y etilenglicol.
- 15 4.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 1, estando la unidad de búsqueda rodante fijada a:
- un autorraíl (300) de pruebas ultrasónicas que comprende:
- un aparato (310) de transferencia de calor;
 - en la que el cambiador de calor está en comunicación de fluido con el aparato de transferencia de calor.
- 20 5.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 4, en la que el autorraíl (300) está adaptado para hacer circular un medio de transferencia de calor entre el aparato (310) de transferencia de calor y el cambiador de calor (170).
- 6.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 5, en la que el aparato (300) de transferencia de calor está adaptado para controlar un caudal del medio de transferencia de calor entre el aparato (300) de transferencia de calor y el cambiador de calor (170).
- 25 7.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 5,
- en el que el aparato (300) de transferencia de calor está adaptado para controlar una temperatura de un medio de transferencia de calor que sale del aparato (300) de transferencia de calor.
- 8.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 4, en la que el transductor (160) ultrasónico está adaptado para transmitir o recibir señales ultrasónicas.
- 30 9.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 5,
- en la que la transferencia de calor comprende una mezcla que incluye al menos una de entre agua y etilenglicol.
- 10.- La unidad (100) de búsqueda rodante de la reivindicación 9, que comprende además un sensor de la temperatura para detectar una temperatura de un elemento entre un fluido y el medio de transferencia de calor.
- 11.- Un procedimiento para efectuar pruebas ultrasónicas y de inspección, comprendiendo el procedimiento:
- 35 la provisión de un transductor (160) ultrasónico dentro de un neumático lleno con un fluido;
 - la colocación del neumático (120) en contacto rodante con un rail de la vía férrea;
 - la dirección de un haz ultrasónico desde el transductor (160) ultrasónico hasta el interior de un rail de la vía férrea; y
 - caracterizado por**
 - 40 el mantenimiento del fluido a una temperatura predeterminada.
- 12.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, comprendiendo el procedimiento además:
- la provisión de un cambiador de calor (170) dentro del neumático.

- 13.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el cambiador de calor (170) está en comunicación de fluido con un aparato (300) de transferencia de calor.
- 5 14.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el aparato (300) de transferencia de calor está adaptado para hacer circular un medio de transferencia de calor entre el cambiador de calor (170) y el aparato (300) de transferencia de calor.
- 15.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la etapa del mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende:
- la detección de una temperatura del fluido.
- 10 16.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción del flujo del medio de transferencia de calor si la temperatura del fluido se eleva por encima o cae por debajo de un punto de referencia predeterminado.
- 17.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción del flujo del medio de transferencia de calor si la temperatura del fluido no está dentro de un intervalo predeterminado.
- 15 18.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción de la temperatura del medio de transferencia de calor si la temperatura del fluido se eleva por encima o cae por debajo de un punto de referencia predeterminado
- 19.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción de la temperatura del medio de transferencia de calor si la temperatura del fluido no está dentro de un intervalo predeterminado.
- 20 20.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende:
- la detección de una temperatura del medio a la transferencia de calor.
- 25 21.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción de un caudal de flujo del medio de transferencia de calor si la temperatura del medio de transferencia de calor se eleva por encima o cae por debajo de un punto de referencia predeterminado.
- 22.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, en la que la etapa de mantenimiento del fluido a una temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción de un caudal de flujo del medio de transferencia de calor si la temperatura del medio de transferencia no está dentro de un intervalo predeterminado.
- 30 23.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, en el que la etapa de mantenimiento del fluido a una temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción de una temperatura del medio de transferencia de calor si la temperatura del medio de transferencia de calor se eleva por encima o cae por debajo de un punto de referencia predeterminado.
- 35 24.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, en la que la etapa de mantenimiento del fluido a la temperatura predeterminada comprende el incremento o la reducción de una temperatura del medio de transferencia de calor si la temperatura del medio de transferencia de calor no está dentro de un intervalo predeterminado.



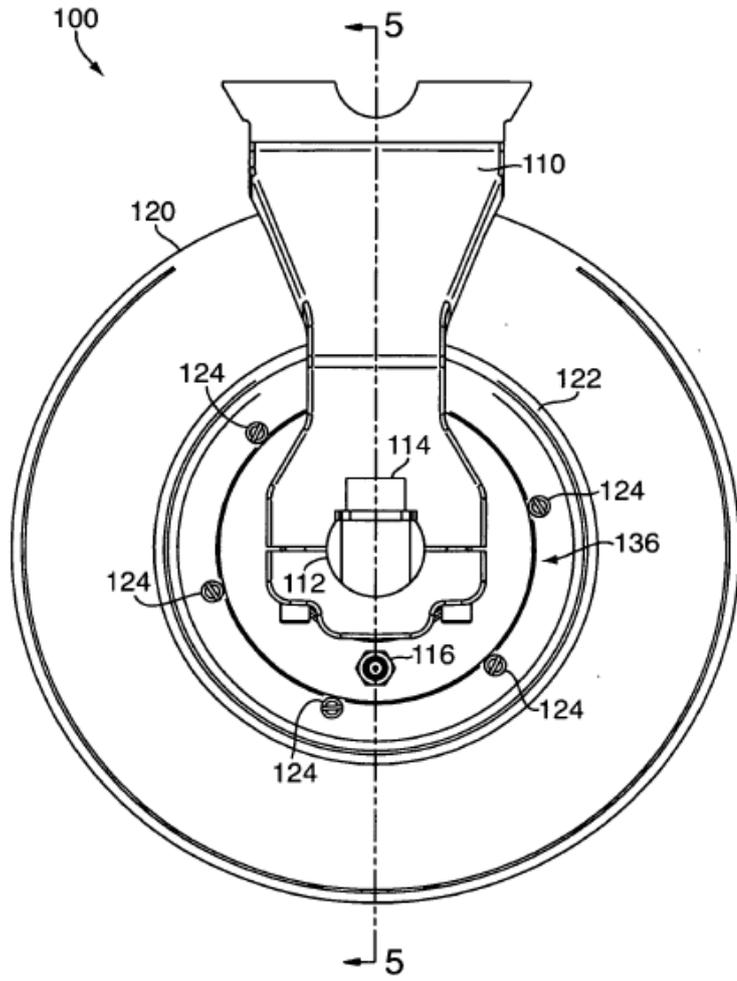


FIG. 3

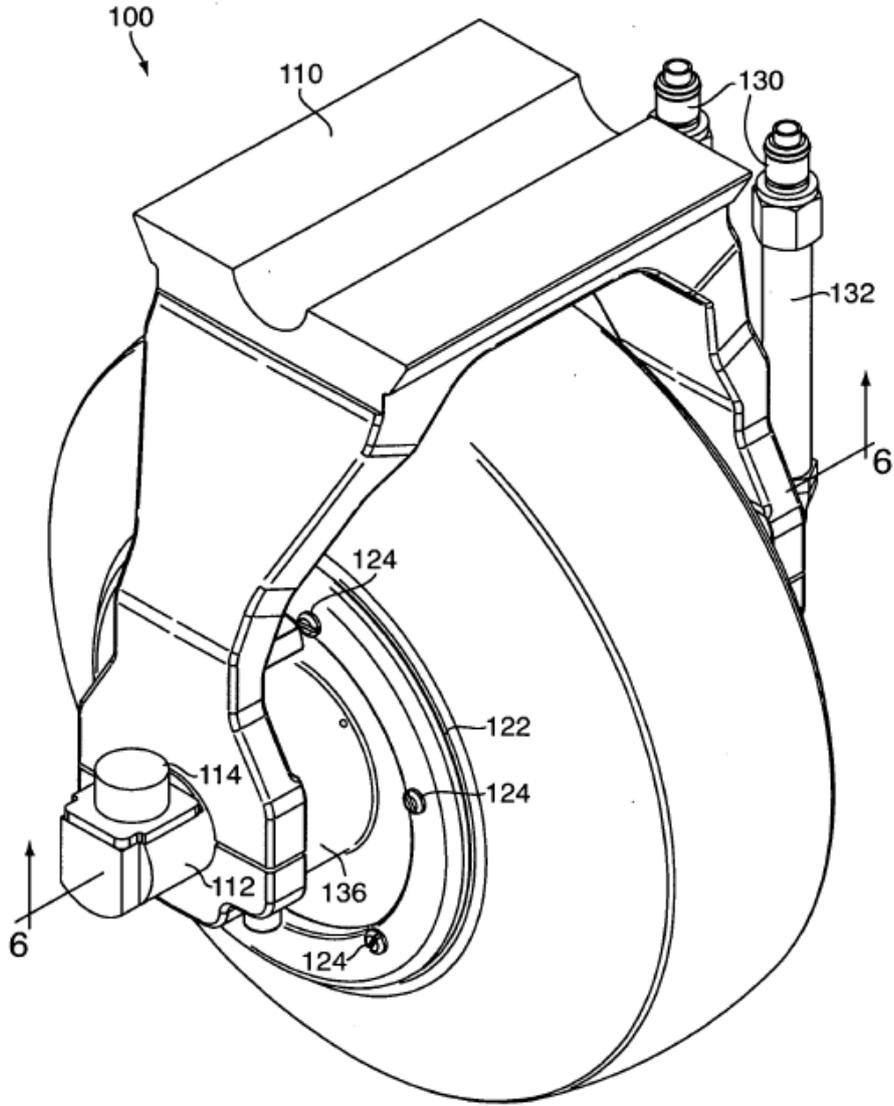


FIG. 4

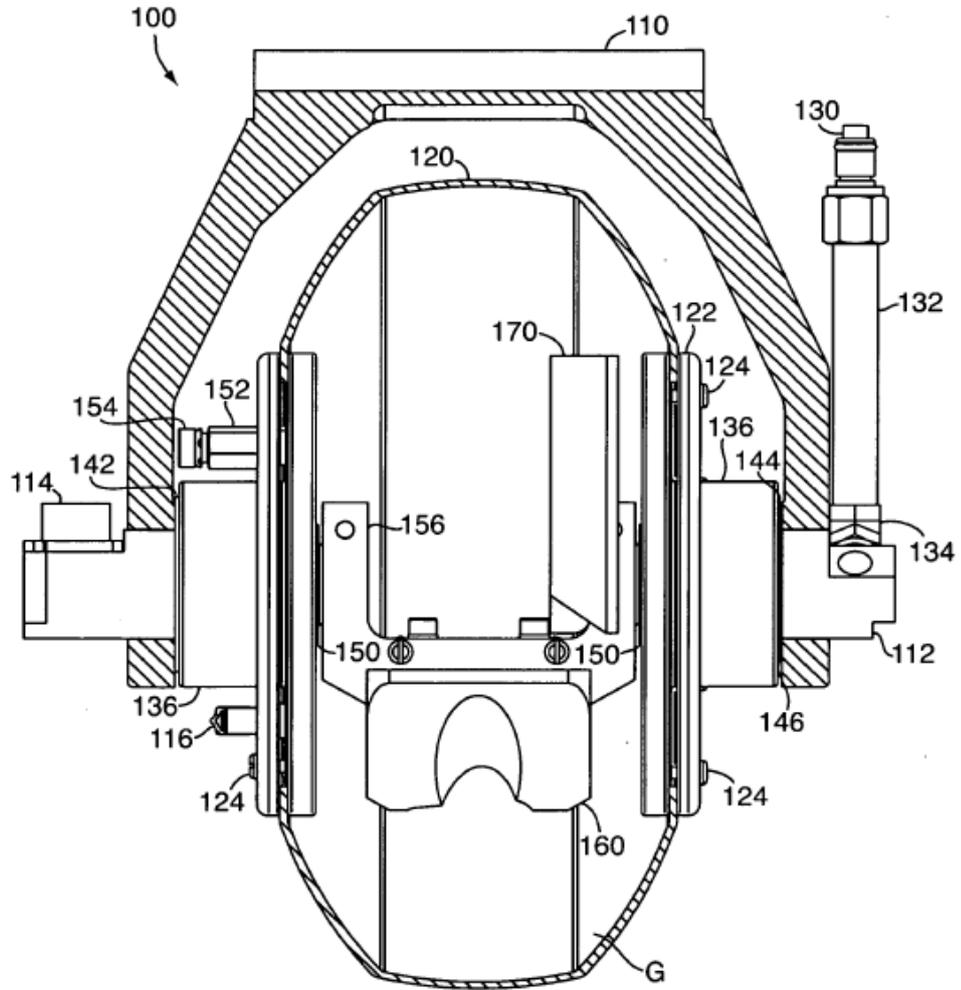


FIG. 5

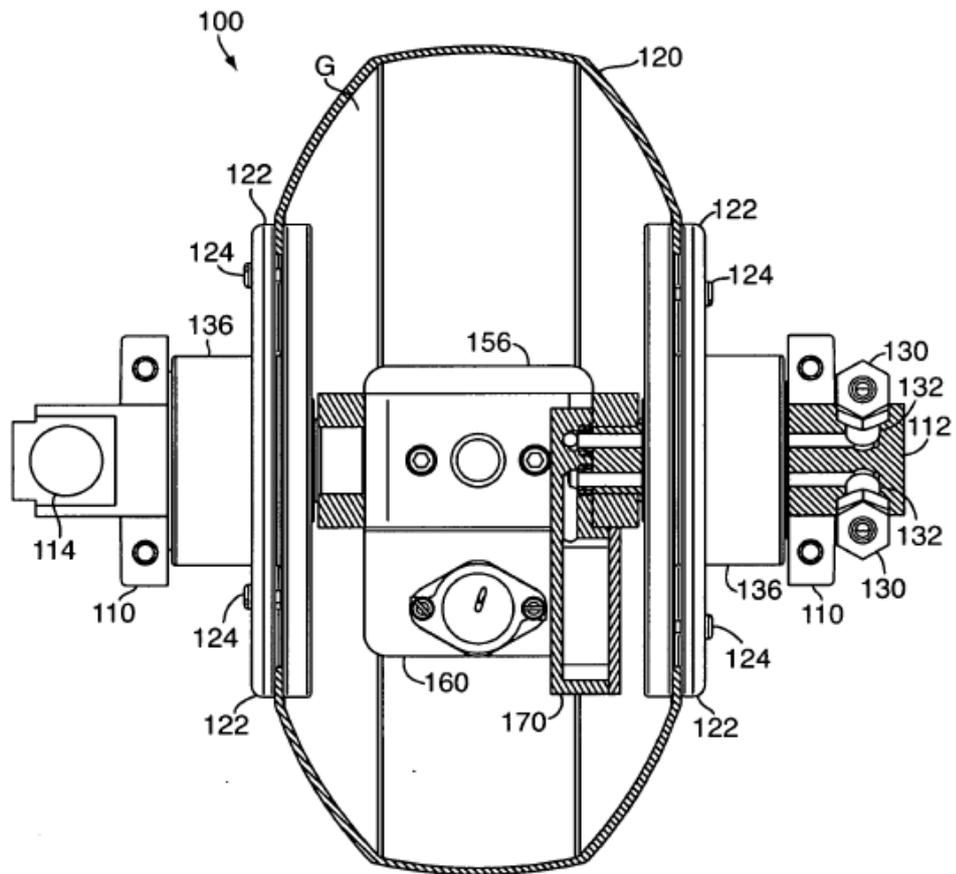


FIG. 6

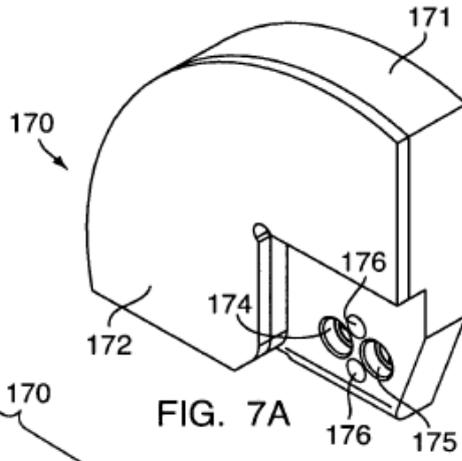


FIG. 7A

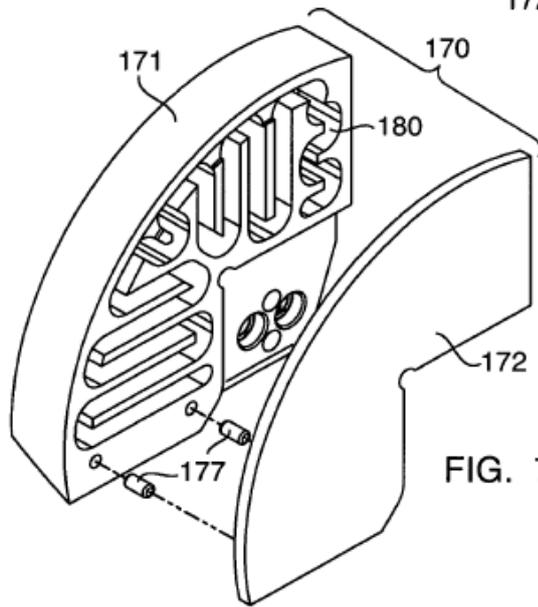


FIG. 7B

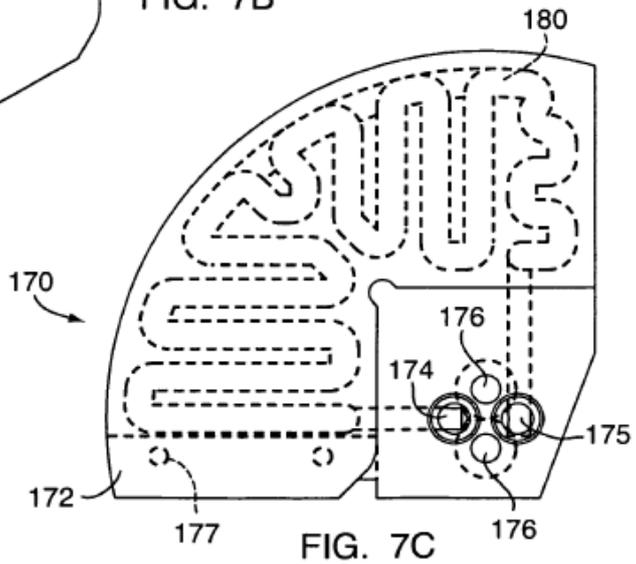


FIG. 7C

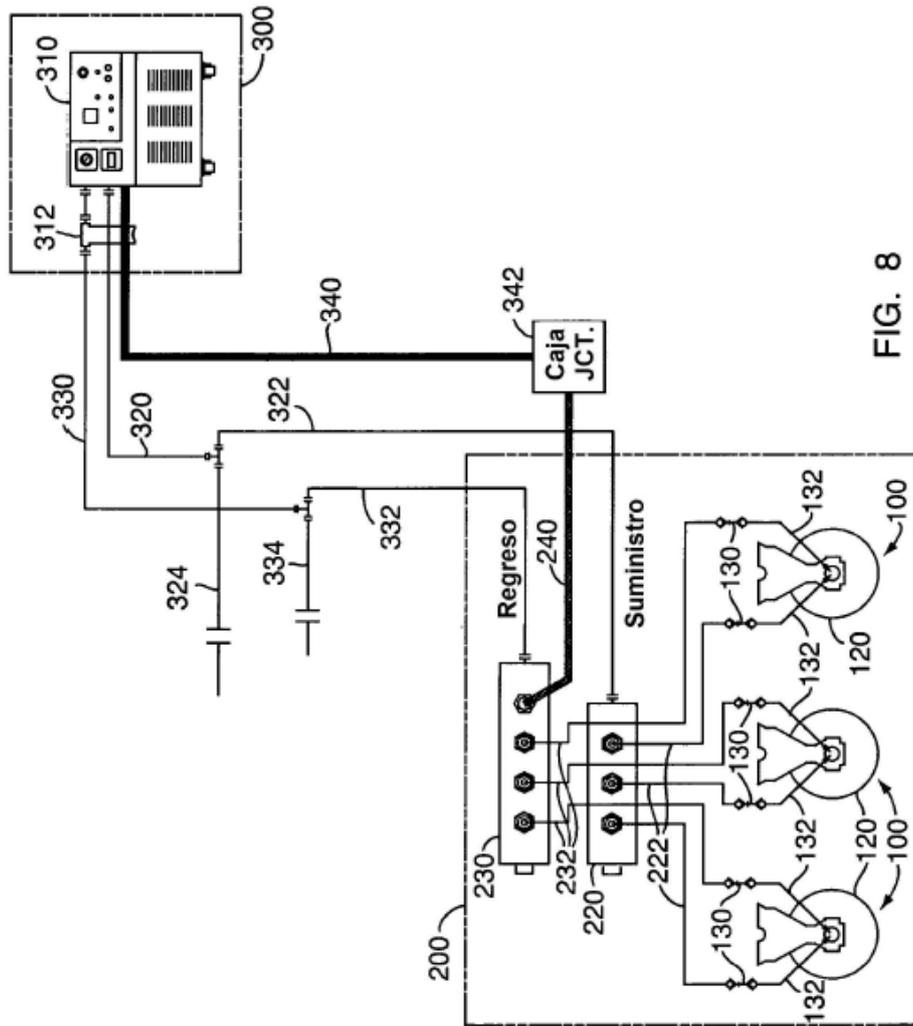


FIG. 8