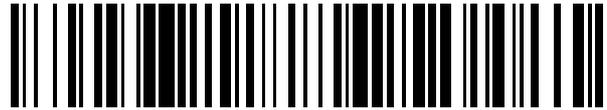


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 354**

51 Int. Cl.:

**G01N 29/04** (2006.01)

**G01M 17/03** (2006.01)

**B61K 9/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2009 E 09747529 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 2277037**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la inspección in situ ultrasónica de un rail de vía férrea**

30 Prioridad:

**15.05.2008 US 120759**

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

**27.05.2013**

73 Titular/es:

**SPERRY RAIL, INC. (100.0%)  
46 Shelter Rock Road  
Danbury, CT 06810, US**

72 Inventor/es:

**HAVIRA, R. MARK**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 404 354 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

Procedimiento y aparato para la inspección in situ ultrasónica de un rail de vía férrea

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere, en general, a un procedimiento de ensayo no destructivo y a un aparato para ciertos tipos predeterminados de determinadas de fallos o defectos no deseables que pueden presentarse en los raíles de un ferrocarril. Más en concreto, la presente invención se refiere a un aparato de tipo móvil y durable que detecta de forma ultrasónica los fallos existentes en el rail, identifica el emplazamiento del fallo cuando se detecta, y registra el emplazamiento de las imperfecciones detectados para una posible reparación futura o, más probablemente, la sustitución del rail. Más en concreto, la presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato relativamente rápidos y sensibles para la detección, identificación y registro del emplazamiento de los fallos que se detectan por el aparato a medida que el aparato se desplaza in situ sobre el rail.

**Antecedentes de la invención**

15 Es una circunstancia admitida en la industria ferroviaria que, ya sea a causa de los procesos de fabricación o a causa de los procesos del entorno naturales y de su uso normal, los raíles de un ferrocarril desarrollan un determinados fallos perjudiciales. Los fallos pueden incluir tanto defectos críticos como no críticos, por ejemplo, defectos transversales, defectos de la cabeza completos o cuarteados, y defectos de la cabeza horizontales completos o cuarteados.

20 El funcionamiento sin problemas del rail puede continuar en tanto en cuanto los fallos sigan siendo no críticos. Sin embargo, con el tiempo, incluso los fallos no críticos pueden convertirse o degradarse hasta convertirse en defectos críticos y pueden surgir nuevos fallos. Si los fallos no se atienden, los defectos resultantes podrían producir problemas que incluyan una avería catastrófica y el descarrilamiento del tren. Los fallos catastróficos e incluso los fallos menores representan un riesgo financiero, sanitario y de seguridad para la industria ferroviaria, los productos y el personal transportados así como para las casas particulares y los negocios, dichos fallos pueden ser evitados o al menos puede reducirse su frecuencia mediante una inspección y un mantenimiento rutinarios. Así mismo, el mantenimiento rutinario puede llevarse a cabo de una forma más rentable mediante una reparación selectiva, lo cual, a su vez, resulta facilitado por la detección de los fallos.

Para detectar fallos o defectos de los raíles, se han empleado unos medios de prueba ultrasónicos. Se han construido unos vehículos y unos aparatos de inspección montados en coches de ferrocarril para desplazarse a lo largo de la vía y para llevar a cabo en continuo la inspección ultrasónica de la vía férrea in situ.

30 En general, el aparato de inspección ha adoptado la forma de trineo y ruedas montadas sobre carros. un diseño de trineo, como por ejemplo el mostrado en la Patente estadounidense No. 4,700,574 emplea un transductor ultrasónico sobre un trineo que es traccionado a lo largo de un rail revestido con agua para crear un puente acústico. Un diseño de ruedas, como por ejemplo el mostrado en la Patente estadounidense 6,055,862 emplea un transductor ultrasónico contenido dentro de un pequeño neumático de pared delgada que rueda a lo largo de un rail. El neumático está lleno de un fluido, como por ejemplo una solución de agua y solución de agua - anticongelante, para crear un puente ultrasónico entre el transductor y el rail. El documento US 4,174,636 divulga un sistema ultrasónico de dos ruedas de prueba de raíles. Una pluralidad de transductores ultrasónicos están dispuestos para emitir unos haces ultrasónicos dentro de un rail sometido a ensayo. Dos transductores de observación lateral están dispuestos para emitir una radiación ultrasónica en sentido transversal con respecto a la dirección de desplazamiento de las ruedas. El documento GB 2383413 divulga un sistema de detección de los defectos de un rail utilizando ondas de superficie acústicas. Una disposición de transductor ejemplar se describe en la que un transductor lateral efectúa una inspección transversal de un rail sometido a ensayo.

45 Los diseños de la técnica anterior presentan una serie de inconvenientes. Por ejemplo, los diseños de trineos requieren una gran cantidad de agua para un acoplamiento adecuado de trineo con el rail y para un desgaste reducido provocado por un desplazamiento a larga distancia. Así mismo, los trineos son más sensibles a las imperfecciones y fallos existentes en la superficie deslizante del rail. Los diseños de ruedas se resienten de la reverberación (ruido) acústica provocada por las reflexiones acústicas procedentes de las paredes de la superficie del neumático. El ruido reduce la sensibilidad del aparato después de cada emisión acústica.

50 Así mismo, ambos diseños se resienten de las limitaciones de las técnicas y configuraciones de transductores conocidas. Algunos diseños de transductores acústicos emiten haces ultrasónicos en una dirección sustancialmente vertical, los cuales identifican algunos fallos del alma del rail al tiempo que carecen de sensibilidad respecto de los fallos de las porciones internas de la cabeza del rail. En otros diseños, como por ejemplo el de la Patente estadounidense NO. 4,700,574 y la Patente estadounidense No. 6,055,862 unos transductores están situados para emitir unos haces ultrasónicos en ángulos con respecto a los plans del rail transversal y longitudinal. El eje geométrico del haz cruza el rail por un lado del plano longitudinal vertical central del rail y se extiende a través del plano longitudinal del rail hasta el otro lado. Los diseños identifican algunos fallos adicionales del rail, especialmente en el lado de la cabeza del rail. Otros diseños de transductores acústicos adicionales incluyen unos conjuntos

transductores más elaborados con trayectorias del haz adicionales, pero todavía presentan una capacidad limitada para identificar los fallos de la cabeza del rail.

**Sumario de la invención**

5 La presente invención, en uno de sus aspectos, proporciona un sistema para la inspección y detección de la localización de determinados tipos de defectos existentes en un rail de una vía férrea. El sistema incluye un carro capaz de desplazarse sobre un rail de una vía férrea. El conjunto de las ruedas está suspendido del carro y presenta un neumático lleno de fluido para el contacto de rodante con una cabeza de un rail subyacente del rail de la vía férrea sobre el cual se desplaza el carro. El neumático forma una superficie de contacto con la cabeza del rail subyacente. Un transductor ultrasónico es soportado dentro del neumático para la transmisión de un haz ultrasónico a lo largo de un eje geométrico del haz a través del fluido y del neumático hasta el interior de la cabeza del rail subyacente. El eje geométrico del haz pasa hasta el interior del rail en un primer ángulo mayor de 0 (cero) grados con respecto a un plano medio longitudinal vertical del rail y en un segundo ángulo mayor de 0 (cero) grados con respecto a un plano transversal vertical del rail. El transductor es soportado de tal manera que el eje geométrico del haz atraviese el plano medio longitudinal vertical antes de cruzarse con la cabeza del rail situada dentro de la superficie de contacto en una posición descentrada respecto del plano medio longitudinal vertical del rail con respecto al mismo lado de la cabeza penetrada e inspeccionada por el haz ultrasónico.

10 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento de inspección ultrasónica de una cabeza de un rail de vía férrea. El procedimiento comprende la etapa de dirigir un haz ultrasónico a lo largo de un eje geométrico del haz hasta el interior de una superficie superior de la cabeza de un rail en un primer ángulo mayor de cero (0) grados con respecto a un plano medio longitudinal vertical del rail y un segundo ángulo mayor de cero (0) grados con respecto a un plano transversal del rail. El eje geométrico del haz está dirigido para cruzar la superficie superior de la cabeza del rail en un punto descentrado respecto del plano longitudinal vertical con relación al mismo lado de la cabeza del rail penetrado e inspeccionado por el haz ultrasónico.

**Breve descripción de los dibujos**

25 En las líneas que siguen se describe la invención con detalle sobre la base de las formas de realización preferentes mostradas en los dibujos adjuntos, en los que:

- La FIG. 1 es una vista esquemática de un sistema de inspección ultrasónico de un rail de vía férrea, que ilustra un defecto o fallo transversal en un rail de vía férrea y el sistema de inspección ultrasónica del rail para la detección del fallo;
- 30 la FIG. 2 es una vista en perspectiva de un carro utilizado en el sistema de inspección de un rail de la Fig. 1 para la inspección in situ ultrasónica de un rail de vía férrea; y
- la FIG. 3 es una vista frontal esquemática de un conjunto de ruedas de inspección de un rail y de un fallo en sección transversal tal y como se aprecia en la línea en sección 3 - 3 de la Fig. 4;
- la FIG. 4 es una vista lateral esquemática de un rail y de un conjunto de ruedas del sistema de inspección de un rail .
- 35 La FIG. 5 es una vista en planta desde abajo esquemática de un rail y del transductor ultrasónico del conjunto de ruedas de las Figs. 3 y 4.
- La FIG. 6 es una vista lateral esquemática de un rail y del transductor ultrasónico que ilustra la detección de un fallo después de la reflexión del haz ultrasónico en la cabeza del rail.
- 40 La FIG. 7 es una vista frontal esquemática del rail, del haz reflejado y del transductor de la FIG. 6.

**Descripción detallada de las formas de realización preferentes**

La Figura 1 muestra un sistema 10 ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea que inspecciona un rail 12 de vía férrea para apreciar los fallos y defectos estructurales internos. El rail presenta un diseño de rail típico, conocido, con una base 14, un alma 16 central, y una cabeza 18. La cabeza está conformada con un lado 20 del ancho de vía, un lado 22 del campo, y una superficie 24 superior de deslizamiento. Con fines de orientación, los ejes geométricos direccionales del rail 12 de vía férrea se definen como el plano longitudinal vertical el cual se extiende verticalmente a lo largo de la trayectoria de desplazamiento sobre el rail en el centro o parte media del rail , el plano longitudinal horizontal el cual se extiende horizontalmente a lo largo de la trayectoria de desplazamiento sobre el rail, y el plano transversal el cual se extiende en vertical y perpendicular con respecto a la trayectoria de desplazamiento sobre el rail .

El sistema 10 incluye un detector o sensor 26 de los fallos que contiene uno o más transductores 28 ultrasónicos, los cuales son generalmente transductores de transmisor - receptor, que son controlados por una unidad 30 de procesamiento central conectada al transductor por un cable 32 para transmitir y recibir haces ultrasónicos. De acuerdo con la presente invención, cuando la unidad 30 de procesamiento central envía una señal al transductor 28,

el transductor genera y transmite un haz 34 ultrasónico a lo largo de un eje geométrico 36 del haz hacia la cabeza 18 del rail , de tal manera que el eje geométrico del haz cruza la superficie 24 superior del rail por un lado del plano longitudinal vertical del rail . Después de una ligera refracción, el haz se propaga a través de la cabeza hasta que el haz es reflejado por un fallo F incrustado en la cabeza, en el caso ilustrado, un fallo transversal oval situado en el mismo lado del plano longitudinal vertical penetrado por el haz. Una parte del haz ultrasónico es reenviada por el fallo a lo largo de la cabeza 18 del rail 12, a través de la superficie 24 superior del rail hasta el transductor 26 donde el haz reflejado es detectado. El transductor convierte el haz reflejado en una señal de reflexión, la cual el transductor envía hasta la unidad 30 de procesamiento central a través del cable 32. La unidad de procesamiento central analiza la señal de reflexión en comparación con la señal transmitida, y a través de un escaneo de tiempo identifica la existencia, el tipo y el emplazamiento del fallo F. El resultado puede ser almacenado para su análisis posterior o representado en tiempo real sobre la pantalla 35 de la unidad de procesamiento central.

Con referencia ahora a la FIG. 2, una forma de realización preferente de la invención utiliza un carro 40 el cual en una operación de inspección está suspendido por unos tirantes 43 por debajo de un vagón o un vehículo de inspección (no mostrado) el cual se desplaza a lo largo de los raíles para la detección y la identificación in situ de los fallos del rail . El carro 40 incluye un conjunto de cuatro ruedas 42 del carro enfaldilladas conectadas a las tres esquinas respectivas de un chasis 44 rectangular para guiar el carro a lo largo de los raíles en una posición sustancialmente centrada cuando el carro es bajado sobre los raíles en la operación de inspección.

El carro 40 puede estar equipado con una pluralidad de dispositivos de inspección de raíles de una vía férrea conocidos y de unos accesorios de inspección que operan de manera independiente o en combinación con la presente invención. Por ejemplo, el carro puede estar equipado con un conjunto 46 de sensores de inducción y con unas escobillas 48 asociadas de inducción de la corriente. El carro puede, así mismo, estar equipado con una o más ruedas 50, 52 de inspección ultrasónica del rail , las cuales utilizan un conjunto de transductores dispuestos en diversos ángulos para detectar los fallos hacia delante y por detrás de las ruedas con respecto a la dirección de desplazamiento, así como los defectos de debajo del carro en el alma de los raíles. Así mismo, el carro puede también estar equipado con una unidad de limpiadores 54 del rail para eliminar los residuos de los raíles antes que los sensores y que los detectores de fallos.

De acuerdo con la presente invención, el carro 40 incluye unos conjuntos 60 de ruedas que pueden rotar libremente que tienen un diámetro ligeramente mayor que las ruedas 50, 52 de inspección convencionales pero, así mismo, para una inspección de los raíles in situ. Los conjuntos 60 de ruedas están dispuestos entre las ruedas 50 y 52, pero pueden estar situados en cualquier parte sobre el carro para que sean descendidos con los demás detectores hasta situarse en contacto con los raíles 12 durante una operación de inspección. Los dos conjuntos 60 de ruedas tienen la misma construcción y operan de la misma forma, pero sobre diferentes raíles. Por tanto, solo uno de los conjuntos 60 de ruedas se describe a continuación.

Las Figs. 3 y 4 muestran el conjunto 60 de ruedas en diferentes grados de detalle. Tal y como se aprecia en la vista en sección de la Fig. 3, el conjunto es soportado por el carro por un bastidor 62 bifurcado con unos ramales 64, 66 amovibles que ahorquillan el conjunto de ruedas. Un par de ejes físicos 68, 70 con muñón central están fijados de manera liberable a los ramales mediante unos collarines 71, 72 para que el conjunto de ruedas pueda ser montado en el bastidor 62. Una vez instalado en los ramales 64, 66, los ejes son fijados y asegurados de forma no rotatoria al bastidor.

Tal y como se muestra en las Figs. 3, 4 y 5, el conjunto 60 de ruedas incluye dos cubos 76, 78 que pueden ser rotados libremente sobre los ejes 68, 70 por unos cojinetes 80, 82 respectivamente de las ruedas, un neumático 84 flexible montado sobre los cubos para su rotación y un conjunto de transductores 86, 88 ultrasónicos suspendidos de un soporte 90 de transductor fijo unido a los ejes 68, 70 con muñón central.

El neumático 84 está fabricado en un material flexible, como por ejemplo poliuretano, y está lleno con un fluido 100 con una ligera presión, por ejemplo, de 0,06 MPa a 0,10 MPa. Unas juntas de estanqueidad 102, 104 situadas en los cubos cabalgan sobre los ejes 68, 70 e impiden que el fluido 100 se escape del neumático. El fluido 100 es de modo preferente una mezcla de agua y refrigerante, como por ejemplo etilglicol, para impedir su congelación

El fluido 100 sirve como medio de transmisión ultrasónico y, en la forma de realización ilustrada, es el único medio de transmisión situado entre los transductores ultrasónicos y el neumático 84. No se necesita ningún bloque accesorio como en la técnica anterior en tanto en cuanto los transductores sean soportados en íntima proximidad con el neumático para incrementar la relación de señal / ruido de las señales del transductor. En la forma de realización preferente, el neumático 84 presenta un diámetro exterior no menor de 20,32 cm, y los transductores están situados de tal manera que la cabeza de transmisión / recepción no está dispuesta a más de 7,62 cm desde la circunferencia externa del neumático en el lado no flexionado. Un diámetro exterior preferente del neumático es de aproximadamente 22,86 cm y el transductor está, de modo preferente, situado a no más de 5,08 cm respecto de la circunferencia del neumático en el estado no flexionado.

El neumático 84 con los cubos 76, 78 rota libremente sobre los ejes 68, 70 cuando el carro 40 es descendido y se desplaza a lo largo de los raíles 12, de tal manera que la superficie circunferencial externa del neumático efectúa un contacto de rodamiento con la superficie 24 de deslizamiento de la cabeza 18 del rail . Tal y como se muestra en las

Figs. 3 y 4, el neumático descansa sobre la cabeza del rail sometido a una ligera presión o al peso del carro, lo cual provoca que el neumático se hinche para crear una superficie de contacto con la superficie de deslizamiento. En la forma de realización preferente con un diámetro exterior del neumático de 22,86 cm, la superficie de contacto con la cabeza 18 del rail a lo largo del plano longitudinal vertical del rail debe ser de aproximadamente 10,16 cm para asegurar un exacto acoplamiento de transmisión de los haces ultrasónicos entre los transductores 86, 88 y la cabeza 18 del rail.

Los transductores 86, 88 ultrasónicos están situados dentro del neumático 84 mediante el soporte 90 para proyectar haces ultrasónicos a lo largo de los ejes geométricos hasta el interior de la cabeza 18 del rail en los ángulos específicos más favorables para la detección de los fallos existentes en la cabeza del rail. Dos transductores son utilizados debido a que cada transductor está situado y orientado para inspeccionar de manera óptima la mitad de la cabeza del rail, por ejemplo, ya sea el lado del ancho de vía o el lado del campo de la cabeza. Los resultados de la inspección se pueden mejorar en mayor medida situando cuatro transductores, dos encarados hacia delante y dos encarados hacia atrás, para detectar los fallos que es más probable que queden al descubierto por los haces dirigidos en una dirección o la otra. En aras de la sencillez solo se muestran un transductor 88 de búsqueda hacia delante y un transductor 86 de búsqueda hacia atrás. Así mismo, solo la posición y el funcionamiento del transductor 86 es analizado en lo sucesivo, dado que la posición y el funcionamiento del transductor 88 encarado en la dirección opuesta es similar.

Tal y como se muestra en las Figs. 3, 4 y 5, el transductor 86 ultrasónico proyecta un haz B hacia abajo a través del fluido 100 y el neumático 84 para cruzar la superficie 24 de deslizamiento superior de la cabeza 18 del rail subyacente. De acuerdo con la presente invención, el transductor está situado de tal manera que el eje geométrico 36 del haz cruce la superficie de deslizamiento situada dentro de la superficie de contacto entre el neumático y el rail, y en una posición descentrada con respecto al plano longitudinal vertical del rail pero no inferior a 0,50 cm sobre el mismo lado de la cabeza a través del cual se propaga el haz refractado. En otras palabras, el eje geométrico del haz refractado no atraviesa por encima del plano longitudinal vertical tal y como se muestra, por ejemplo, mediante los haces 51, 52 en la Patente estadounidense de la técnica anterior 6,055,862. Después de cruzar la superficie de deslizamiento, el haz refractado pasa hacia abajo hasta el interior de la cabeza del rail a lo largo de un eje geométrico del haz de tal manera que el haz refractado de la cabeza se propaga a través de la cabeza en un ángulo de aproximadamente  $18 \pm 10$  grados con respecto al plano longitudinal vertical, observable en la FIG. 3, y en un ángulo de aproximadamente  $60 \pm 10$  grados con respecto al plano transversal, observable en la FIG. 4. Los ángulos referidos son preferentes, y están determinados por la posición de transductor dentro del conjunto 60 de ruedas. Sin embargo, se ha encontrado que la penetración del rail por el haz en un emplazamiento descentrado con respecto al mismo lado de la cabeza tal y como es inspeccionado por el haz de refractado produce una mejora de los resultados significativa en el sentido de que son detectadas más imperfecciones o fallos que con los dispositivos de la técnica anterior.

Cuando el haz B se propaga a través de la cabeza 18 del rail subyacente, el haz es reflejado por los defectos o los fallos F, como por ejemplo los fallos transversales, los cuales provocan que una porción del haz sea reflejada, designándose a veces la reflexión como un eco. El eco se propaga a lo largo de una pluralidad de trayectorias hacia atrás respecto de la superficie 24 de deslizamiento de la cabeza 18 del rail, a través del neumático 84 y del fluido 100, de tal manera que una porción del eco alcanza el transductor 86, si el transductor es un transductor emisor / receptor, u otro detector ultrasónico. El eco recibido es convertido por el transductor en una señal que es transmitida de nuevo hasta el procesador 30 (FIG. 1) donde es analizada para determinar el tipo y magnitud del fallo. Mediante la pulsación del haz ultrasónico proyectado desde el transductor 86 a la tasa conocida, por ejemplo, 2,25 MHz, y mediante la utilización de un escaneo de tiempo sincronizado con la velocidad del carro, el procesador puede, así mismo, ofrecer la localización del fallo existente en el rail. Todos los datos pueden, así mismo, ser visualizaciones y almacenados en el procesador.

Tal y como se ilustra en las Figs. 6 y 7, el haz refractado con el eje geométrico 36 puede no tropezar con o "ver" un fallo F al entrar en el interior de la cabeza 18 del rail debido a la orientación o a la posición del fallo con respecto al haz, hasta después de que el haz ha sido reflejado por el lado 110 de fondo, el lado 20 de la anchura de vía o el lado 22 del campo de la cabeza. El fallo F mostrado está inclinado en un ángulo el cual es aproximadamente paralelo con respecto al eje geométrico 36 del haz refractado inmediatamente después de que el haz entra en la cabeza del rail. Por tanto, el fallo no intercepta de manera eficaz el haz en el ángulo de entrada. Sin embargo, después de la reflexión del haz desde el lado 110 de fondo, el eje geométrico 36 del haz es genéricamente perpendicular con respecto al fallo, y el fallo presenta un objetivo y una discontinuidad en la estructura de metal a partir de la cual un eco del haz intenso será reflejado a lo largo del eje geométrico 36 del haz de nuevo hasta el transductor 86 ultrasónico para su procesamiento y detección adicionales. Debido a que el haz es un haz pulsado, el procesamiento del eco reflejado en un escaneo de tiempo revelará que el fallo fue detectado después de la reflexión. Por tanto, la localización del fallo puede seguir siendo definida de manera precisa.

Aunque la presente invención ha sido descrita en diversas formas de realización, se debe entender que son posibles distintas variaciones y sustituciones. Por ejemplo, el montaje de ruedas puede ser utilizado en combinación con o de manera independiente de los demás sensores y del equipamiento de inspección de los fallos. La suspensión del transductor situada dentro del conjunto de ruedas puede adoptar diversas formas en tanto en cuanto la posición del transductor con respecto al rail pueda resultar fijada. El neumático puede estar fabricado en materiales flexibles

distintos del polietileno en tanto en cuanto los haces ultrasónicos puedan pasar entre el neumático y la cabeza del rail . De acuerdo con ello, la presente invención ha sido divulgada en una forma de realización preferente a modo de ilustración y no de limitación.

**REIVINDICACIONES**

1.- Un sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail , que comprende:

un carro (40) capaz de desplazarse sobre un rail (12) de vía férrea;

5 un conjunto (60) de ruedas suspendido del carro (40) y que presenta un neumático (84) lleno de fluido para su contacto rodante con una cabeza (18) de un rail subyacente del rail (12) de vía férrea, sobre el cual el carro (40) se desplaza, formando el neumático (84) una superficie de contacto con la cabeza (18) del rail subyacente; y

10 un transductor (86, 88) ultrasónico que es soportado dentro del neumático (84) para la propagación de un haz (B) ultrasónico a lo largo de un eje geométrico (36) del haz a través del fluido (100) y del neumático (84) hasta el interior de la cabeza (18) del rail subyacente, **caracterizado por** pasar el eje geométrico (36) del haz hasta el interior del rail (12) en un primer ángulo mayor de 0 (cero) grados con respecto al plano medio longitudinal vertical del rail y en un segundo ángulo mayor de 0 (cero) grados con respecto al plano transversal vertical del rail , siendo el transductor (86, 88) soportado de tal manera que el eje (36) del haz atraviesa el plano medio longitudinal vertical antes de cruzar la cabeza (18) del rail (12) dentro de la superficie de contacto en una posición descentrada respecto del plano medio del rail (12) y sobre el mismo lado de la cabeza (18) la cual es penetrada e inspeccionada por el haz (B) ultrasónico.

20 2.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el conjunto (60) de ruedas está suspendido del carro (40) de manera que puede girar libremente.

3.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el transductor (86, 88) ultrasónico es un transductor emisor - receptor.

25 4.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el transductor (86, 88) está adaptado para producir un haz ultrasónico pulsado y para recibir una reflexión del haz ultrasónico pulsado.

5.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, que comprende así mismo:

30 otro transductor (86, 88) ultrasónico soportado en el interior del neumático (84) lleno de fluido y la propagación de otro haz (B) ultrasónico a lo largo de un eje geométrico (36) del haz a través del fluido (100) hasta el interior del rail subyacente, pasando el eje geométrico (B) del haz hasta el interior de la cabeza del rail en un tercer ángulo mayor de cero (0) grados con respecto al plano medio longitudinal vertical y en un cuarto ángulo mayor de cero (0) grados con respecto al plano transversal, cruzando el eje geométrico (36) del haz la cabeza (18) sobre un lado del rail subyacente en una posición descentrada con respecto a un plano medio longitudinal del mismo lado de la cabeza (18) penetrada e inspeccionada por el otro haz (B) ultrasónico, pero sobre el lado opuesto del plano transversal.

6.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el neumático (84) lleno de fluido tiene un diámetro no menor de 20,32 cm.

7.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que la posición descentrada respecto del plano medio longitudinal no es inferior a 0,50 cm.

40 8.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el primer ángulo oscila entre  $18 \pm 10$  grados.

9.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el segundo ángulo oscila entre  $60 \pm 10$  grados.

45 10.- El sistema (10) ultrasónico de inspección de un rail de vía férrea para la inspección in situ del rail de la reivindicación 1, en el que el transductor (86, 88) es soportado en un primer ángulo para provocar que el haz (B) ultrasónico existente en la cabeza (18) del rail (12) sea reflejado por el lado o la parte inferior de la cabeza (18) penetrada por el haz (B) ultrasónico.

11.- Un procedimiento de inspección ultrasónica de una cabeza de un rail de vía férrea, que comprende la etapa de:

50 la dirección de un haz (B) ultrasónico a lo largo de un eje geométrico (36) del haz hasta el interior de una superficie superior de una cabeza (18) de un rail (12) en un primer ángulo superior a cero (0) grados con respecto al plano medio longitudinal vertical del rail (12) y en un segundo ángulo mayor de cero (0) grados con respecto al plano transversal del rail (12), estando el eje geométrico (36) del haz dirigido para atravesar el plano medio longitudinal vertical antes de cruzar la superficie superior de la cabeza (18) del rail (12) en

## ES 2 404 354 T3

un punto descentrado respecto del plano medio longitudinal vertical con respecto al mismo lado de la cabeza (18) del rail (12) el cual es penetrado por el haz (B) ultrasónico.

- 12.- El procedimiento de inspección ultrasónica de una cabeza de un rail de vía férrea de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el descentrado no es inferior a 0,50 cm.
- 5 13.- El procedimiento de inspección ultrasónica de una cabeza de un rail de vía férrea de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el haz (B) ultrasónico es un haz pulsado.
- 14.- El procedimiento de inspección ultrasónica de una cabeza de un rail de vía férrea de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende así mismo la etapa de:
- 10 la detección de un eco de un haz (B) ultrasónico procedente de un defecto (F) existente en la cabeza (18) del rail (12).

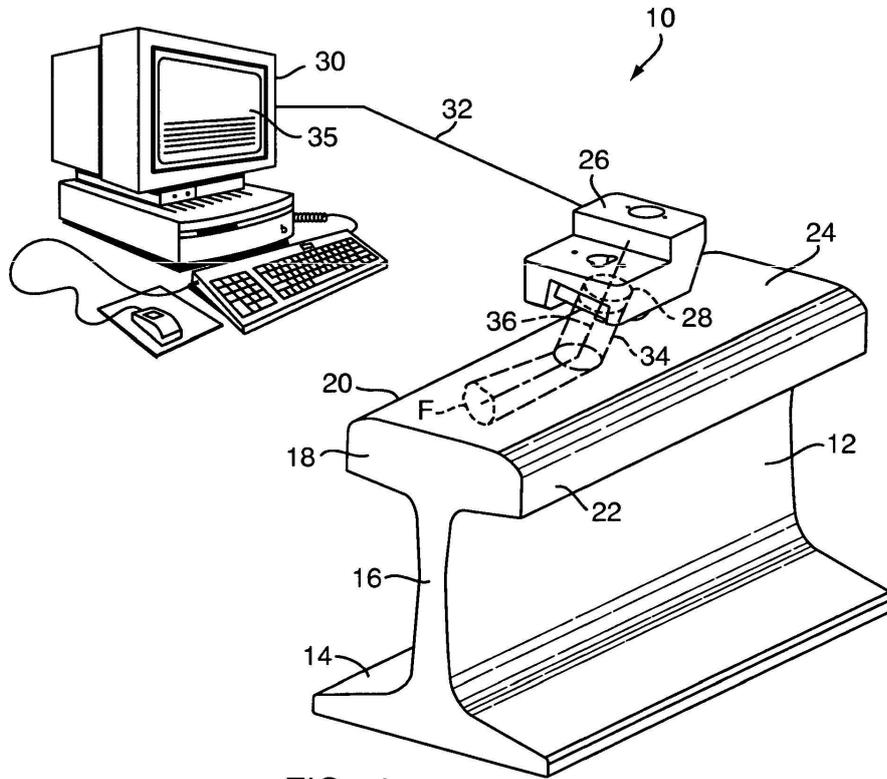


FIG. 1

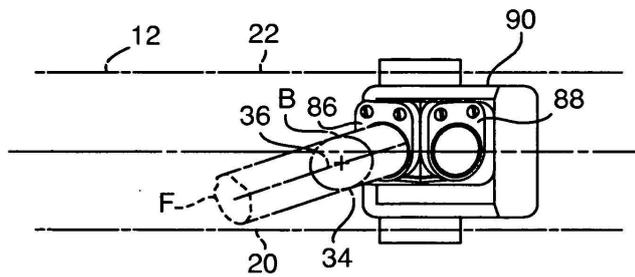


FIG. 5

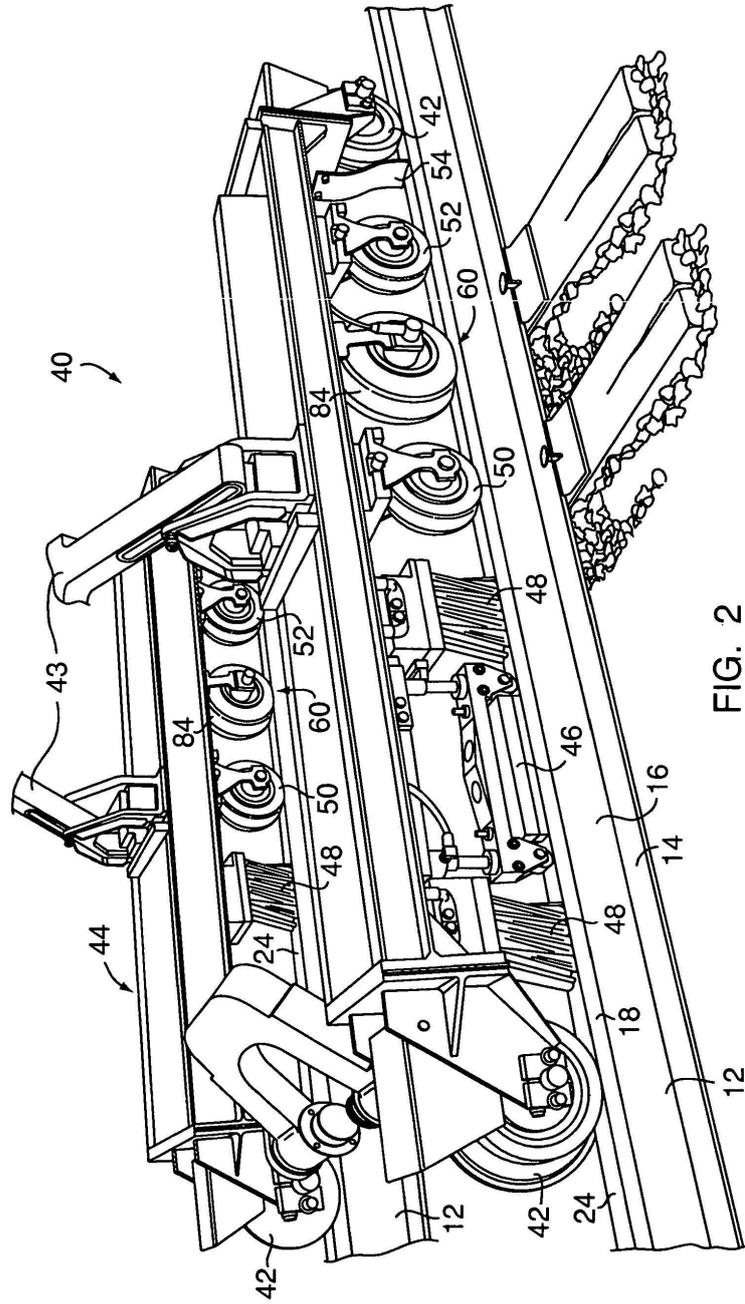


FIG. 2

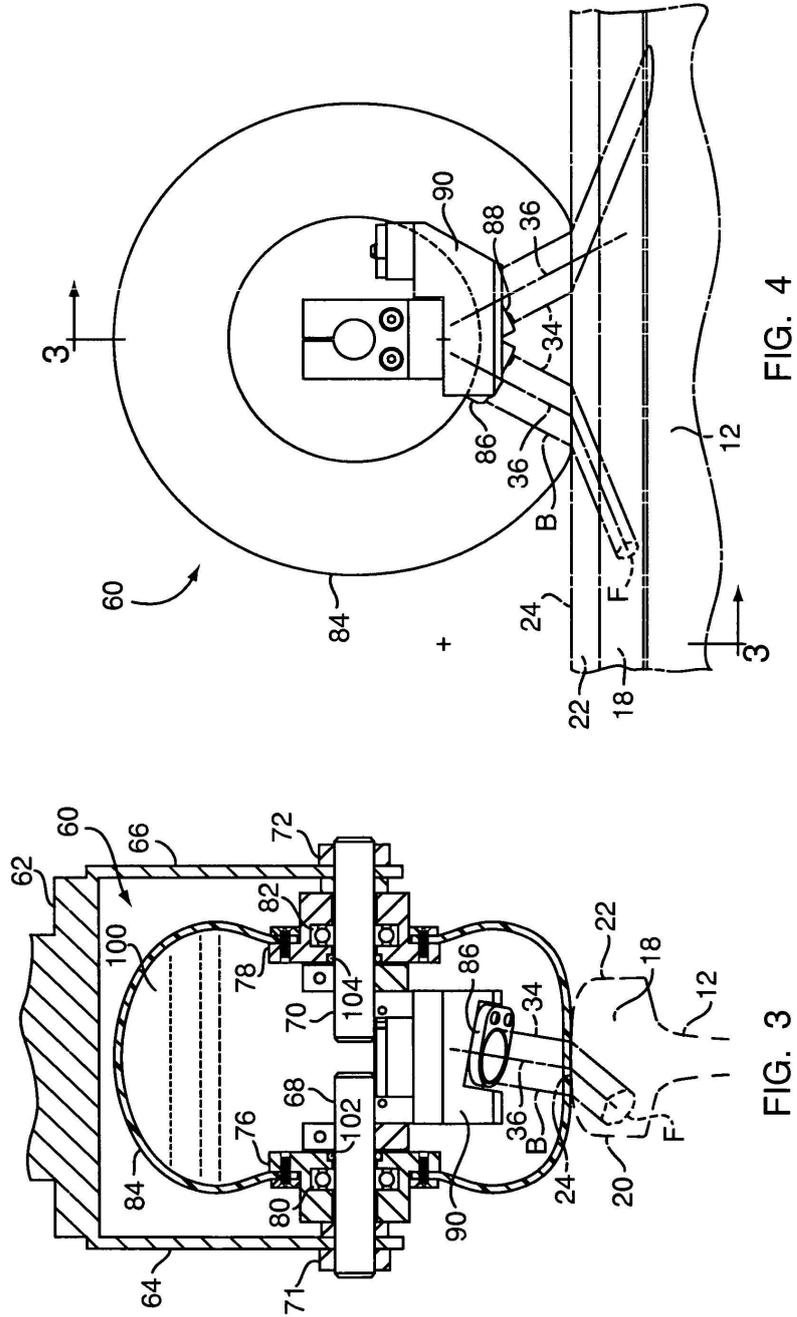


FIG. 4

FIG. 3

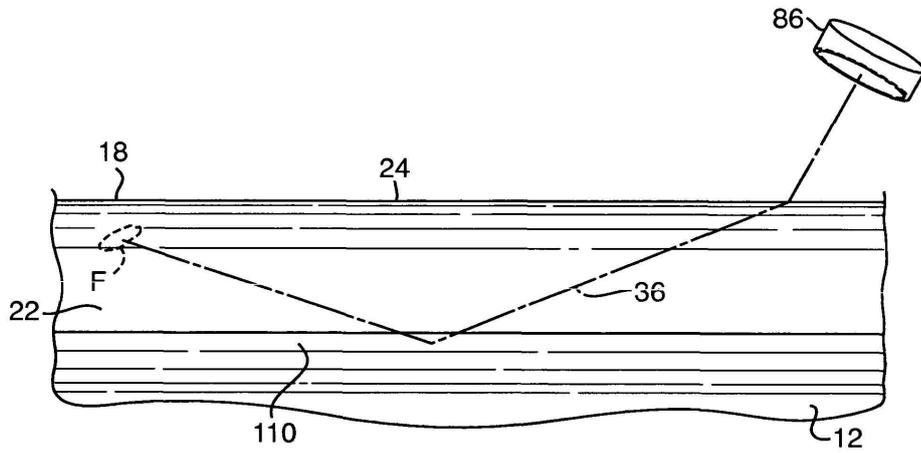


FIG. 6

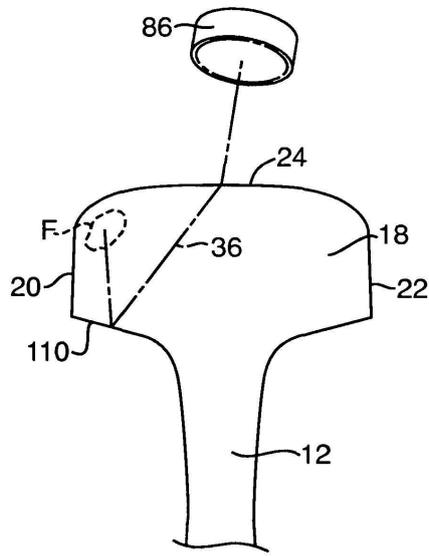


FIG. 7