

UN CARRO DE INSPECCIÓN DE RIELES ADAPTABLE

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[001] La presente solicitud reclama el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos 62/279,312 presentada el 15 de enero de 2016, cuyo contenido se incorpora por referencia en esta solicitud.

CAMPO TÉCNICO

[002] La presente invención se refiere al campo del equipo de inspección para los rieles de una vía férrea y, en particular, a los carros de inspección que sostienen instrumentos de inspección y circulan a lo largo de los rieles durante un proceso de inspección. Tales carros se suspenden generalmente debajo de un vagón o un vehículo de carretera-ferrocarril (*hi-rail vehicle*) que se adapta con ruedas para circular a lo largo de los rieles, o el carro puede bajarse sobre los rieles desde un vehículo de carretera-ferrocarril que arrastra el carro a lo largo de los rieles durante una operación de inspección. Los instrumentos o sondas suspendidos del carro y que realizan las operaciones de inspección son de diferentes tipos y pueden incluir instrumentos y cámaras ultrasónicos, electromagnéticos, electrostáticos, inductores y ópticos, destinados a examinar los rieles con respecto a imperfecciones, defectos y fallos estructurales en el interior y el exterior de los rieles. Los datos de los instrumentos se registran en vivo a medida que se capturan durante una operación de inspección, y se registran en el vehículo remolcador o se envían electrónicamente a un centro de datos para análisis y elaboración de informes a los administradores de la vía férrea. Un carro de inspección de este tipo general se divulga en la Patente de los Estados Unidos 6,600,999 cedida al cesionario de la presente solicitud.

ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA

[003] El proceso de auscultar los rieles de una vía férrea se lleva a cabo de manera ideal con las sondas de inspección posicionadas en una posición estándar, la cual puede ser una posición centrada, sobre una cabeza de riel. Puesto que los dos rieles de una vía férrea se inspeccionan generalmente al mismo tiempo, las sondas de inspección se encuentran suspendidas de ambos lados de un carro de inspección que tiene un bastidor generalmente rectangular. No obstante, el posicionamiento ideal de las sondas es difícil de lograr debido a las variaciones en la geometría de la vía férrea que surgen de un sinnúmero de factores: las pesadas cargas soportadas por los rieles, el asentamiento de la banqueta de la vía férrea, y cambios en el suelo que ocurren durante períodos extendidos de tiempo.

[004] Como consecuencia de los distintos factores, los rieles de una vía férrea,

aunque paralelos en condiciones ideales, no siempre son paralelos. Por ejemplo, la trocha o separación de los rieles de una vía férrea de ancho estándar es idealmente 56,5 pulgadas (1,44 m), pero puede variar tanto como 1,5 pulgadas (3,8 cm) antes de que sea necesaria la reconstrucción con el fin de evitar descarrilamientos. Además, los rieles en cada lado de la vía no están entrelazados y, en consecuencia, los rieles pueden variar en altura de un lado al otro de la vía. Las variaciones en altura de un lado al otro, debidas al asentamiento de la banqueta y daños por heladas (*frost heaves*), pueden ser del orden de varias pulgadas. Puesto que es función del carro de inspección posicionar las sondas de inspección en ambos dos lados del carro en una relación fija con respecto a las cabezas de riel, las variaciones en la geometría de la vía presentan retos significativos. El carro de inspección adaptable, que se describe y reivindica aquí, tiene como objetivo compensar y superar los retos presentados por las variaciones en la geometría de la vía y posicionar las sondas de inspección tan cerca como sea posible sobre las cabezas de riel.

[005] Otros problemas asociados con los rieles y su construcción pueden interferir asimismo con el posicionamiento ideal de las sondas de inspección con respecto a la cabeza del riel. Por ejemplo, algunas veces las juntas entre rieles pueden abrirse como resultado de las variaciones de temperatura o el movimiento de los rieles bajo carga.

[006] Adicionalmente, en diseños de vías, pueden cruzarse, confluir y separarse muchas líneas férreas. Los vagones pueden tener ruedas con pestaña para permanecer sobre las cabezas de los rieles de manera que, inevitablemente, tiene que haber discontinuidades en la cabeza del riel en los “corazones” (*“frogs”*) o cruzamientos para permitir que las pestañas de las ruedas pasen de un riel al otro. Con frecuencia se disponen contracarriles adyacentes al lado de trocha del riel opuesto al riel con una discontinuidad para evitar que las ruedas con pestaña de los vagones brinquen al atravesar la discontinuidad. Los contracarriles capturan la pestaña de la rueda opuesta entre el contracarril y el riel de rodadura opuesto, y con un árbol de longitud fija mantienen la rueda con pestaña, que atraviesa la discontinuidad, alejada de la discontinuidad (*away from the gap*).

[007] Cuando un carro de inspección, tal como el ilustrado en la Patente de los Estados Unidos 6,600,999, que tiene un árbol de calibración ajustable para adaptarse a las variaciones en la trocha, llega a una discontinuidad en una cabeza de riel en un cruzamiento, la presión que empuja las ruedas de carro hacia afuera en dirección a la cara de trocha de los rieles tiene que liberarse y las ruedas de carro pueden halarse hacia adentro alejándose de las caras de trocha y la discontinuidad. Como consecuencia, los carros de inspección del arte previo tenían modos de bloqueo para neutralizar la presión externa forzosa sobre las ruedas de carro en las discontinuidades. Los modos de bloqueo tenían que activarse manualmente por el operador atento del carro en

conjunción con una fuerte reducción en la velocidad de tráfico/velocidad de prueba (*transit/test speed*). La activación manual es un inconveniente serio para el operador y puede tener como resultado la pérdida de los datos de ensayo durante el período de bloqueo. En el mejor de los casos es deseable tener el modo de bloqueo adaptado por otros medios.

RESUMEN

[008] Un carro de inspección adaptable para auscultar los rieles de una vía férrea por medio de uno o más sensores, sostenidos por el carro, tiene un bastidor que exhibe una configuración generalmente rectangular con miembros laterales primero y segundo y miembros transversales primero y segundo, instalados en sentidos opuestos. Cada uno de los miembros laterales en una posición operativa se extiende generalmente paralelo a un riel respectivo que se va a auscultar, y cada uno de los miembros transversales en una posición operativa se extiende en una dirección generalmente transversal a los rieles.

[009] El primer miembro transversal se conecta en un extremo con el primer miembro lateral por medio de un acoplamiento giratorio, con un eje de pivote generalmente perpendicular al plano del bastidor generalmente rectangular, y otro eje de pivote generalmente paralelo al primer miembro lateral. El primer miembro transversal se conecta en el otro extremo al segundo miembro lateral por medio de un acoplamiento giratorio, con un eje de pivote generalmente perpendicular al plano del bastidor generalmente rectangular y sin un eje de pivote paralelo al segundo miembro lateral.

[0010] El segundo miembro transversal se conecta en un extremo con el segundo miembro lateral por medio de un acoplamiento giratorio con un eje de pivote generalmente perpendicular al plano del bastidor generalmente rectangular y otro eje de pivote generalmente paralelo al segundo miembro lateral. El segundo miembro transversal se conecta en el otro extremo al primer miembro lateral por medio de un acoplamiento giratorio con un eje de pivote generalmente perpendicular al plano del bastidor generalmente rectangular y sin un eje de pivote paralelo al primer miembro lateral.

[0011] Con el bastidor generalmente rectangular construido como se describe, el bastidor tiene libertad de flexionarse fuera del plano del bastidor y adaptarse a las desviaciones en la altura del riel desde una esquina del bastidor a la otra. La flexión del bastidor permite que los sensores sostenidos mantengan una relación posicional generalmente fija con las cabezas de riel durante una operación de inspección, y posibilita lecturas más consistentes de las condiciones del riel, independientemente de las desviaciones de las alturas del riel.

[0012] Cada uno de los miembros transversales primero y segundo puede ser un miembro de calibración ajustable, que tiene una longitud ajustable entre las conexiones con los miembros laterales, y cada miembro de calibración puede incluir un accionador para ajustar la longitud del miembro de acuerdo con las variaciones en la dimensión de trocha de los rieles. De esta manera, pueden acomodarse variaciones en la dimensión efectiva de la trocha de los rieles y sostener también los sensores en el carro en una relación posicional generalmente fija con las cabezas de riel durante una operación de inspección, independientemente de las variaciones en las dimensiones de la trocha.

[0013] El carro de inspección con miembros transversales, que son ajustables para las variaciones en las dimensiones de la trocha de los rieles, puede tener asimismo ruedas de carro conectadas con los miembros transversales en cada costado lateral del bastidor para sostener el carro para movimiento de rodadura a lo largo de los rieles de la vía férrea. Un par de ruedas seguidoras de cara de trocha se posicionan delante y atrás de cada rueda de carro y cooperan para pasar por encima (*to bridge*) de las discontinuidades (*gaps*) en las cabezas de riel en los cruzamientos y demás interrupciones en las cabezas de riel. Favorablemente se instalan guías de contracarril (*check-rail plows*) entre los pares de ruedas de cara de trocha para cumplir también la función de evitar que el par opuesto de ruedas seguidoras de cara de trocha caigan en las discontinuidades presentes en las cabezas de riel e impedir que las ruedas seguidoras de cara de trocha colisionen con, o se monten sobre, la “punta” (*“point”*) en un corazón enfrentado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0014] Fig. 1 es una vista en perspectiva de un carro de inspección adaptable de la presente solicitud en una modalidad preferida.

[0015] Fig. 2 es una vista en perspectiva de un miembro de bastidor transversal ajustable, con bujes en cada extremo y ruedas de carro asociadas, sostenidas por los bujes.

[0016] Fig. 3 es una vista en perspectiva de una porción de longitud fija del miembro de bastidor transversal ajustable de Fig. 2.

[0017] Fig. 4 es una vista simplificada en perspectiva de un acoplamiento giratorio entre un miembro de bastidor transversal ajustable y un miembro de bastidor lateral en un extremo del miembro de bastidor ajustable.

[0018] Fig. 5 es una vista simplificada en perspectiva de un acoplamiento giratorio entre el miembro de bastidor transversal ajustable de Fig. 4 y el miembro de

bastidor lateral opuesto al miembro de bastidor lateral en Fig. 4.

[0019] Fig. 6 es una vista extrema que muestra el soporte para una rueda de carro y una rueda seguidora de cara de trocha sobre un riel de vía férrea.

[0020] Fig. 7 es una vista lateral de la trocha, que muestra el soporte de Fig. 6 para una rueda de carro y un par de ruedas seguidoras de cara de trocha con una guía de contracarril intermedia.

[0021] Fig. 8 es una vista en perspectiva del miembro de bastidor central del carro.

[0022] Fig. 9 es una vista en planta de la conexión flotante del miembro de bastidor central y el miembro de bastidor trasero.

[0023] Fig. 10 es una vista en corte transversal de la conexión flotante como se observa en el plano de corte 10 - 10 en Fig. 9.

[0024] Fig. 11 es una vista en planta de la conexión flotante de Fig. 9 en corte transversal.

DESCRIPCIÓN DE MODALIDADES PREFERIDAS

[0025] Fig. 1 muestra una modalidad de un carro de inspección adaptable **10** para auscultar los rieles de una vía férrea por medio de uno o más sensores o sondas suspendidos del carro. Los sensores son de varios tipos bien conocidos y pueden incluir instrumentos y cámaras ultrasónicos, electromagnéticos, electrostáticos, inductores y ópticos. En Fig. 1 se ilustra una serie de sondas rodantes RSU (*roller search units*) **12** que emplean transductores ultrasónicos dentro de llantas llenas de fluido para detectar defectos internos en los rieles. Un ejemplo de la sonda rodante RSU típica se muestra y describe en detalle en la Patente de los Estados Unidos 8,739,631 otorgada a Havira *et al.* Los sensores no desempeñan ninguna función en la presente invención, distinta del hecho de fijar los parámetros mediante los cuales el carro adaptable sostiene los sensores para detección confiable de imperfecciones o defectos de los rieles y, lo que es más importante, el posicionamiento de los sensores en relación con los rieles y mantener los sensores en su posición bajo las condiciones variables del riel. En consecuencia, los sensores no se muestran o describen con mayor detalle.

[0026] El carro **10** tiene un bastidor generalmente rectangular, conformado por miembros de bastidor laterales **14** y **16**, y miembros transversales delantero y trasero **18** y **20** respectivamente, instalados en sentidos opuestos. El carro se encuentra suspendido por los miembros de bastidor laterales **14**, **16** debajo de un vehículo de carretera-

ferrocarril, que se adapta para circular sobre los rieles por su propia energía, o puede remolcarse detrás de un vehículo de carretera-ferrocarril. En el presente caso, el carro se equipa con un miembro de bastidor central **22** que se extiende entre los miembros transversales delantero y trasero para izar y bajar el carro y arrastrar el carro a su posición operativa descendida sobre los rieles detrás de un vehículo de carretera-ferrocarril. El miembro de bastidor central **22** se conecta en relación perpendicular con el miembro transversal delantero **18**, y tiene una conexión flotante con el miembro transversal trasero **20** que permite un movimiento lateral y angular limitado, relativo al miembro transversal trasero, de manera que el bastidor del carro generalmente rectangular se pueda desviar de un rectángulo perfecto y alinear los miembros laterales **14**, **16** con los rieles que estén sesgados o no precisamente paralelos, como se discute con más detalle a continuación.

[0027] Fig. 2 muestra el miembro transversal trasero **20** separado del resto del carro. El miembro transversal delantero **18** es de construcción similar. Dos de las ruedas de carro **26**, **28** se montan en extremos opuestos del miembro transversal trasero **20** y sostienen la parte trasera del carro sobre las cabezas de riel de la vía férrea, como se muestra en Fig. 6, cuando el carro se desciende en una posición operativa para realizar operaciones de inspección. Un conjunto similar de ruedas de carro (no claramente visibles en Fig. 1) se montan en los extremos del miembro de bastidor transversal delantero **18** y sostienen la parte delantera del carro en una operación de inspección. Si se desea, las ruedas de carro podrían montarse alternativamente en posiciones delante y atrás en los miembros de bastidor laterales. Las ruedas mostradas carecen de pestañas para adaptarse sin dificultad a ciertas variaciones en la dimensión de trocha (*gauge dimension*) de los rieles, pero podrían ser ruedas con pestañas, si se desea.

[0028] Para adaptarse aún más a las variaciones en las dimensiones de trocha de la vía férrea, los miembros transversales delantero y trasero **18**, **20** son miembros de trocha ajustables que tienen longitudes ajustables entre sus conexiones con los miembros de bastidor laterales. Como se muestra en Figs. 1 y 2, el miembro transversal trasero **20** tiene una unidad soldada corrediza (*slide weldment*) o buje **30** en un extremo para conectar con el miembro de bastidor lateral **16**, y un buje **32** en el extremo opuesto para conectar con el miembro de bastidor lateral **14**. Los bujes se encuentran montados en un vástago de longitud fija **34** con tapas laterales **36** mediante rodamientos de rodillos lineales internos (no visibles), de manera que la distancia entre los bujes sobre el vástago es ajustable para adaptarse a las variaciones en las dimensiones de trocha de los rieles. La rueda de carro **26** se monta al buje **30**, y la rueda de carro **28** se monta al buje **32**. En consecuencia, el posicionamiento de los conjuntos de bujes fija el posicionamiento de las ruedas de carro en relación con las cabezas de riel.

[0029] Un accionador eléctrico, neumático o hidráulico **40** se conecta al buje **30** y tiene una barra de accionamiento **42** conectada al buje **32**. El accionador **40** se

controla durante una operación de inspección para extender y aplicar presión a los bujes y pares de ruedas seguidoras de cara de trocha (*gauge-face follower wheels*) **46**, **48**, lo que a su vez mantiene las ruedas de carro **26**, **28** sobre las cabezas de riel, independientemente de las variaciones en la dimensión de trocha. Véase Fig. 6. La conservación de la posición de las ruedas de carro sobre las cabezas de riel mantiene correspondientemente las posiciones óptimas de inspección de los sensores sobre las cabezas de riel. En la eventualidad de que el carro pase sobre un cruzamiento, aguja, u otra interrupción en la cabeza de riel, el accionador puede desactivarse por el operador del equipo de inspección para eliminar la presión sobre las ruedas de carro, la cual podría ocasionar que el carro brinque la vía férrea.

[0030] Figs. 2, 6 y 7 ilustran el montaje y el posicionamiento de las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** en relación con las ruedas de carro **26**. Un bastidor de rueda **38** sostiene tanto la rueda de carro **26** como las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** del buje **30**. Las ruedas de carro **26** carecen de pestañas, como las que tendría una rueda de vagón convencional. El ancho de la rueda le permite a la rueda de carro rastrear las cabezas de riel, haciendo caso omiso de las variaciones en la dimensión de trocha. Las ruedas seguidoras de cara de trocha son un complemento útil a las ruedas de carro sin pestañas y desempeñan efectivamente la función de las pestañas.

[0031] El mayor ancho de estas ruedas sobre el del arte previo le permite a la rueda de carro posarse repetidamente sobre la parte superior del riel cuando los miembros de bastidor transversales ajustables se retraen y el carro se está descendiendo en la posición de ensayo. El mayor ancho de estas ruedas les permite asimismo rodar temporalmente sobre el riel alterno en un desvío ferroviario (*turnout*) en donde el riel de rodadura (*the running rail*) falta intencionalmente. La extensión específica de estas ruedas lateralmente a través del riel en relación con la cara de trocha de la cabeza del riel se diseña para corresponder a la de un material rodante normal, lo cual permite que estas ruedas y este carro hagan uso de la geometría de la guarda en corazones autoprotegidos (*self-guarding frogs*) (un tipo de característica de riel usado en áreas de baja velocidad, tales como patios ferroviarios).

[0032] Como se muestra en Fig. 7, las ruedas seguidoras de cara de trocha se montan en pares del bastidor de rueda **38** en posiciones delante y atrás de la rueda de carro **26** en la dirección de circulación de la rueda. El posicionamiento delante y atrás garantiza que el carro **10** no brincaré la vía o se descarrilará cuando el carro pase sobre una geometría compleja de la vía, tal como una discontinuidad en la cabeza de riel en un cruzamiento o corazón de un cambio o desvío (*switch*).

Generalmente la separación de las ruedas seguidoras **46** es lo suficientemente amplia para garantizar que una u otra de las ruedas seguidoras estará en contacto con la cara de trocha de la cabeza de riel en un lado o en el otro de la interrupción.

[0033] Las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** se montan preferiblemente como se muestra en Fig. 6 con sus ejes de rotación en un ángulo de 30° a 50° al eje de rotación de la rueda de carro. El montaje angular se selecciona para mantener las ruedas alejadas de rastros y desechos que puedan hallarse cerca de la cara de trocha del riel **R**, pero garantiza también que la periferia exterior de la rueda sea el punto de contacto con la cara de trocha de la cabeza de riel.

[0034] El tamaño, la forma y la inclinación de las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** les permiten igualmente pasar por encima (*to clear*) de contracarriles elevados y cruzamientos, manteniendo al mismo tiempo el contacto con la parte del riel que tiene menos probabilidad de desgastarse, la sección inferior de la cabeza de riel, la cual es también un lugar ideal para medición de la trocha mediante, por ejemplo, un potenciómetro lineal de cable (*linear string potentiometer*). Las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** realizan esta función sin forzar el carro a ser excesivamente largo y sin interferir con la característica de seguridad del contracarril del carro.

[0035] Una protección adicional contra el descarrilamiento del carro se provee por las guías de contracarril **39** mostradas en Figs. 2, 3 y 7. A menudo, un segundo riel o contracarril se dispone adyacente al riel opuesto a un riel con geometría compleja que requiere una interrupción en la cabeza de riel y en donde existe una probabilidad de descarrilamiento. El contracarril se sitúa en estrecha relación y paralelo al riel de rodadura sin la cabeza de riel interrumpida, y engrana la pestaña de las ruedas de un vagón convencional para limitar el movimiento lateral y mantener las dos ruedas del vagón sobre los rieles de rodadura. Las guías de contracarril **39** en el carro de inspección **10** con las ruedas sin pestañas **26**, **28** cumplen la función de seguridad que desempeñan las pestañas de las ruedas de un vagón convencional.

[0036] La guía de contracarril **39** mostrada en Figs. 2, 3 y 7 se monta en una corredera **41** sostenida en vástagos corredizos **43** fijados al buje **30**. La corredera **41** se provee porque el miembro de bastidor transversal **20** es ajustable en longitud y el accionador presiona los bujes **30**, **32** y las ruedas **26**, **28** hacia afuera para entrar en contacto con las cabezas de los rieles. Puesto que la guía **39** tiene como finalidad sostener la rueda de carro **28** sobre el riel situado debajo del buje opuesto **32** cuando la cabeza de riel bajo el buje **32** se interrumpe, la rueda **28** y la guía de contracarril **39** se unen por una conexión de longitud fija que incluye la corredera **41**, el tensor **45** y el buje **32**, los que efectivamente inactivan (*which effectively override*) el accionador cuando se emplea un contracarril y la rueda **28** pasa sobre la interrupción en las cabezas de riel. La conexión de longitud fija entre la guía **39** y la rueda de carro **28** montada al buje **32** opuesto al buje **30** sobre el cual se apoya la guía se aprecia más fácilmente en la vista separada de Fig. 3. De esta manera la guía **39** cumple la misma función que ejercerían las pestañas en la rueda **26**. Conexiones similares se establecen entre las demás guías y los bujes opuestos para realizar la misma función de retener las ruedas de carro sin

pestañas sobre los rieles. El arreglo de las guías **39** entre las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** permite a las guías **39** operar sin interferir con la rueda de carro **28** o las ruedas seguidoras de cara de trocha **46** y sus estructuras de montaje asociadas, minimizando el espacio envolvente (*space envelope*) del carro y permitiendo que un árbol de calibración que, de lo contrario, requeriría protección manual (bloqueo de la trocha) se mantenga autoprotegido al atravesar desvíos ferroviarios.

[0037] El miembro de bastidor transversal delantero **18** como se muestra en Fig. 1 es también un miembro de calibración ajustable, y se construye en la misma forma que el miembro de bastidor transversal trasero. El miembro delantero tiene bujes **50**, **52** en cada extremo, conectados con los miembros de bastidor laterales **14**, **16** respectivamente, y un vástago de longitud fija **54** con tapas laterales **56** sobre el cual se montan los bujes, de manera que la distancia entre los bujes es ajustable para las variaciones en la dimensión de trocha de los rieles. Una rueda del carro (no visible) se monta en cada buje para sostener la parte delantera del carro **10** sobre los rieles. Un accionador eléctrico, neumático o hidráulico **58**, se conecta con los bujes para presionar los bujes y las ruedas, con las ruedas seguidoras de cara de trocha, hacia afuera contra los rieles, independientemente de las variaciones en la dimensión de trocha. La conservación de la posición de las ruedas de carro sobre las cabezas de riel mantiene correspondientemente las posiciones óptimas de inspección de los sensores sobre las cabezas de riel.

[0038] Se entenderá que, al ser independientemente ajustables en longitud los miembros transversales delantero y trasero para mantener las ruedas de carro y los miembros de bastidor laterales **14**, **16** en relación de superposición con los rieles, independientemente de las variaciones en la dimensión de trocha, el bastidor generalmente rectangular del carro se deformará de un rectángulo perfecto en función de las dimensiones de trocha en la parte delantera y trasera del carro. Por ejemplo, si los rieles se desvían ligeramente de una dimensión de trocha fija y dejan de ser paralelos, los miembros de bastidor laterales se desviarán similarmente de una relación paralela entre sí y el bastidor del carro asumirá la forma de un trapecoide en lugar de un rectángulo perfecto. Como consecuencia, los bujes **30**, **32**, **50**, **52** de los miembros transversales **20** y **18** se conectan en cada esquina del bastidor del carro con los miembros de bastidor laterales **14**, **16** por medio de acoplamientos giratorios que pivotan sobre ejes perpendiculares al plano del bastidor rectangular **10**. No obstante, los acoplamientos giratorios en cada extremo de los miembros transversales no son los mismos.

[0039] Fig. 4 ilustra el acoplamiento giratorio **60** que conecta el miembro transversal **20** provisto de un eje central **c** con el miembro de bastidor lateral **16**. El acoplamiento se compone de una placa de sujeción (*backing plate*) **62** que dispone de un conjunto de orejas fijas **64** y una placa de bisagra (*hinge plate*) **66** la cual se conecta

con posibilidad de pivotamiento con las orejas por un pasador de bisagra (*hinge pin*) **68** para permitir el movimiento giratorio de la placa sobre un eje vertical en relación con el miembro de bastidor lateral **16**. La placa de bisagra **66** se asegura fijamente al buje **30** del miembro transversal **20** mediante soldadura u otros medios. Con el acoplamiento giratorio **60** con un eje de pivote único **a**, el miembro de bastidor lateral **16** y el miembro transversal **20** pueden girar uno en relación con el otro en el plano típicamente horizontal del bastidor **10**, pero no sobre un eje paralelo al riel **R**. Por lo tanto, el acoplamiento de eje único **60** se acomodará a las distorsiones del bastidor debidas a las desviaciones en la dimensión de la trocha, pero al mismo tiempo mantendrá el miembro de bastidor lateral **16** en una posición generalmente vertical.

[0040] Fig. 5 ilustra el acoplamiento giratorio **70** que conecta el miembro transversal **20** con el miembro de bastidor lateral **14**. El acoplamiento **70** se compone de una placa de sujeción **72**, una brida de pivote **74** con un conjunto de orejas **76**, y una placa de bisagra **78** que se conecta con las orejas por un pasador de bisagra **80** para permitir el movimiento pivotante de la placa sobre un eje generalmente vertical **a** en relación con el miembro de bastidor lateral **14**. La placa de bisagra **78** se encuentra firmemente asegurada al buje **32** del miembro transversal **20** mediante soldadura u otros medios. Con el acoplamiento giratorio **70** teniendo un eje de pivote **a**, el miembro de bastidor lateral **14** y el miembro transversal **20** pueden pivotar uno en relación con el otro en el plano típicamente horizontal del bastidor **10** en la misma manera permitida por el acoplamiento giratorio **60** entre el miembro transversal **20** y el miembro de bastidor lateral **16**. Los movimientos pivotantes de los acoplamientos **60** y **70** sobre los ejes verticales **a** se acomodan a las variaciones en las dimensiones de trocha de la vía férrea, y permiten que las sondas de inspección permanezcan posicionadas directamente sobre las cabezas de riel.

[0041] Adicionalmente, sin embargo, el acoplamiento giratorio **70** permite el movimiento de pivotamiento provisto por la brida de pivote **74**. La brida de pivote **74** se retiene en la placa de sujeción **72** por una tuerca grande o abrazadera (no mostrada) que permite el movimiento pivotante de la brida de pivote y el acoplamiento **70** en relación con el miembro de bastidor lateral **14** sobre un segundo eje de pivote **b** que se extiende generalmente paralelo al miembro de bastidor lateral **14** y al riel **R** situado debajo.

[0042] El movimiento giratorio sobre el eje de pivote **b** por el acoplamiento **70** permite al bastidor del carro **10** acomodarse a los cambios en elevación de la cabeza del riel entre una esquina diagonal del carro y la otra. Para acomodarse completamente a los cambios en la altura de una esquina diagonal del carro a la otra, se usa otro acoplamiento giratorio (no visible) similar al acoplamiento **70** con dos ejes de pivote para unir el miembro transversal delantero **18** con el miembro de bastidor lateral **16** en la esquina diagonal. Un acoplamiento de un solo eje, tal como el acoplamiento giratorio **60**, se usa para unir el miembro transversal delantero **18** al miembro de bastidor lateral **14**

con el fin de mantener el miembro de bastidor lateral en la posición generalmente vertical. Consecuentemente, acoplamientos giratorios de dos ejes conectan los miembros transversales con los miembros de bastidor laterales en esquinas diagonales del bastidor **10**, y acoplamientos giratorios de un solo eje conectan los miembros transversales con los miembros de bastidor laterales en las otras esquinas diagonales del bastidor. Con los citados arreglos de acoplamiento, el bastidor del carro puede acomodarse fácilmente y adaptarse a las variaciones en la dimensión de trocha de los rieles, al igual que a las variaciones en la altura de las cabezas de riel desde un riel **R** al otro.

[0043] Se entenderá que con los miembros laterales **14** y **16**, y los miembros transversales **18** y **20** conectados entre sí con los acoplamientos giratorios, permitiendo cada uno un movimiento pivotante sobre un eje vertical **a** que se extiende perpendicular al plano del bastidor del carro, la configuración rectangular del bastidor puede desviarse de un rectángulo perfecto y asumir diferentes formas trapezoidales. Es necesaria cierta desviación para acomodarse a las variaciones en la dimensión de trocha del riel y para permitir que los sensores o sondas **12** permanezcan en relación de superposición con los rieles. Si no se limitaran las desviaciones, un miembro lateral y las sondas podrían moverse adelante del miembro lateral opuesto y sus sondas. Por consiguiente, se necesitan las desviaciones del bastidor del carro **10** de la configuración rectangular, pero tienen también que limitarse. Para estos propósitos, el miembro de bastidor central **22** se diseña como una limitación de la configuración.

[0044] Como se muestra en Figs. 1 y 8, el miembro de bastidor central **22** es una barra en **T** con un extremo fijamente conectado con el miembro transversal delantero **18** por medio de dos abrazaderas **90** y refuerzos **92** asegurados al vástago **54**. Las abrazaderas aseguran la barra en **T** al miembro transversal **18** en su punto medio y en conjunción con los refuerzos mantienen la barra en **T** en una relación perpendicular con el miembro transversal.

[0045] El extremo opuesto del miembro de bastidor central **22** tiene una conexión flotante **94** con el vástago **34** del miembro transversal trasero **20**. La conexión flotante permite que la barra en **T** (*T-bar*) se mueva en relación con el miembro de bastidor **20** con movimientos limitados tanto angulares como lineales. Los movimientos limitados se acomodan a las desviaciones del bastidor generalmente rectangular del carro **10**, a medida que el carro rueda a lo largo de los rieles **R** con dimensiones de trocha variables y alturas crecientes y decrecientes de las cabezas de riel. A pesar de la conexión flotante con el miembro transversal **20**, el miembro de bastidor central puede usarse igualmente como el punto de izamiento para el carro **10**.

[0046] Como se muestra en Figs. 9, 10 y 11, la conexión flotante **94** del miembro de bastidor central y el miembro de bastidor transversal **20** se forma por una abrazadera **96** asegurada al extremo del miembro de bastidor central **22** opuesto de las

abrazaderas **90** y un collarín de dos partes **98** asegurado al vástago **34**. La abrazadera **96** se compone de una almohadilla inferior (*lower pillow block*) **100** asegurada al miembro de bastidor central **22**, y dos almohadillas superiores **102**, **104** que sujetan la almohadilla inferior y se sitúan a ambos lados (*straddle*) del collarín **98**. Como se muestra más claramente en Figs. 10 y 11, las almohadillas **100**, **102** y **104** tienen un orificio a través del cual pasa el vástago **34** con una holgura amplia para permitir movimientos angulares limitados y sin restringir el desplazamiento lineal. Por consiguiente, cuando el bastidor generalmente rectangular del carro **10** se desvía de la forma rectangular, debido a una variación en la dimensión de trocha de la vía férrea, o debido a un ascenso o descenso de una cabeza de riel, las almohadillas de la abrazadera **96** se acomodan al movimiento limitado del miembro de bastidor central **22** sin resistencia.

[0047] El collarín de dos partes **98** se asegura en una posición fija sobre el vástago **34** para limitar los movimientos lineales del miembro de bastidor central **22**. Los límites del movimiento lineal se definen por una cavidad en la cual se monta el collarín en las almohadillas. Como se muestra más claramente en Figs. 9 y 11, el ancho del collarín es menor que el ancho de la cavidad. La holgura entre el collarín y las almohadillas permite que el collarín y el vástago **34** del miembro de bastidor transversal **20** se muevan (*shift*) linealmente en la cavidad con respecto a las almohadillas y el miembro de bastidor central hasta que el collarín haga contacto con el uno o el otro límite de la cavidad. En consecuencia, cuando el bastidor del carro se desvía de su configuración generalmente rectangular, mientras rastrea las desviaciones de los rieles, el miembro de bastidor central **22** permitirá la desviación del bastidor hasta que el collarín **98** alcance uno o el otro límite de la cavidad y, en ese límite, se restringe una desviación adicional de la configuración.

[0048] Aunque la restricción de la configuración del bastidor del carro se ha provisto por el miembro de bastidor central conectado a los miembros transversales delantero y trasero, la restricción puede proveerse por conexiones entre cualquiera de los dos miembros de bastidor.

[0049] Aunque la presente divulgación se ha ilustrado con respecto a modalidades particulares de la misma, debe entenderse por los expertos en la materia que pueden introducirse varias modificaciones a esta divulgación, sin apartarse del espíritu y el ámbito de la presente divulgación.