

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 433**

51 Int. Cl.:

B61F 5/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2016 PCT/EP2016/072932**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17055255**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2016 E 16774478 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3356198**

54 Título: **Tren de rodaje proporcionado con un sistema de dirección de juego de ruedas hidráulico pasivo para un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:
28.09.2015 GB 201517168

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2020

73 Titular/es:
**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Eichhornstraße 3
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:
**DEDE, JANI y
BRUNDISCH, VOLKER**

74 Agente/Representante:
SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 795 433 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

Tren de rodaje proporcionado con un sistema de dirección de juego de ruedas hidráulico pasivo para un vehículo ferroviario

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un tren de rodaje para un vehículo ferroviario, proporcionado con un sistema de dirección de juego de ruedas hidráulico pasivo.

Antecedente de la técnica

10 Un bogie de dos ejes para un vehículo ferroviario descrito en el documento DE 31 23 858 C2 se proporciona con un sistema de dirección de juego de ruedas hidráulico pasivo que comprende: un par de cilindros hidráulicos delanteros izquierdos para mover la rueda izquierda del juego de ruedas delanteras hacia y lejos de un plano vertical transversal medio del bogie, un par de cilindros hidráulicos delanteros derechos para mover la rueda derecha del juego de ruedas delanteras hacia y lejos del plano vertical transversal medio, un par de cilindros hidráulicos posteriores izquierdos para mover la rueda izquierda del juego de ruedas posteriores hacia y lejos del plano vertical transversal medio, un par de cilindros hidráulicos posteriores derechos para mover la rueda izquierda del juego de ruedas posteriores hacia y lejos del plano vertical transversal medio, y una conexión hidráulica para asegurar que los movimientos de las ruedas izquierda, derecha, respectivamente, del juego de ruedas delanteras hacia, respectivamente, lejos del plano vertical transversal medio, resultan en movimientos de las ruedas izquierda, derecha, respectivamente del juego de ruedas delanteras hacia, respectivamente, lejos del plano vertical transversal medio. En otras palabras, la dirección de los juegos de ruedas delanteras y posteriores se coordinan para negociar curvas cerradas de la trayectoria. Sin embargo, este sistema no tiene un beneficio sustancial en las curvas amplias o en las trayectorias rectas, donde este se considera más bien perjudicial debido de su tendencia para aumentar el desgaste y la aceleración lateral.

25 El documento EP2762377A1 divulga un tren de rodaje para un vehículo ferroviario, que comprende: un par de juegos de ruedas que comprenden un juego de ruedas delanteras y un juego de ruedas posteriores respectivamente en un lado delantero y un lado posterior de un plano vertical transversal medio del tren de rodaje, cada uno del juego de ruedas delanteras y el juego de ruedas posteriores tiene una rueda izquierda y una rueda derecha, respectivamente en un lado izquierdo y un lado derecho de un plano vertical longitudinal medio del tren de rodaje, y un sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo que comprende: un conjunto convertidor hidromecánico delantero izquierdo para convertir el movimiento de la rueda izquierda del juego de ruedas delanteras hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto convertidor hidromecánico delantero derecho para convertir el movimiento de la rueda derecha del juego de ruedas delanteras hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto convertidor hidromecánico posterior izquierdo para convertir el movimiento de la rueda izquierda del juego de ruedas posteriores hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto convertidor hidromecánico posterior derecho para convertir el movimiento de la rueda derecha del juego de ruedas posteriores hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, y un conjunto de válvula de control conectado hidráulicamente a los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo, delantero derecho, posterior izquierdo y posterior derecho. El conjunto de válvula de control se puede mover entre una primera posición, una segunda y una tercera posición, cada una correspondiente a un modo de funcionamiento. En el primer modo de funcionamiento, cada convertidor delantero de un lado del tren de rodaje está conectado al convertidor posterior en el lado opuesto del tren de rodaje, de modo que los dos juegos de ruedas pivoten en direcciones opuestas sobre sus respectivos ejes verticales. En el segundo modo de funcionamiento, cada convertidor delantero en un lado del tren de rodaje está conectado al convertidor en el mismo lado del tren de rodaje de modo que los dos juegos de ruedas giren sobre un eje en la misma dirección alrededor de sus respectivos ejes verticales. En el tercer modo de funcionamiento, cada convertidor está completamente aislado, lo cual significa que no es posible el movimiento de pivote de los juegos de ruedas.

45 Se conocen otros sistemas de dirección de juego de ruedas activos más sofisticados, los cuales pueden proporcionar diferentes comportamientos de dirección dependiendo de una serie de parámetros tales como la velocidad del vehículo o el ángulo de curvatura de la trayectoria. Sin embargo, dichos sistemas activos, los cuales involucran bombas o motores para suministrar potencia o direccionar los juegos de ruedas, son más costosos tanto en términos de coste inicial como de mantenimiento, en particular cuando se tienen en cuenta los estándares elevados de confiabilidad y disponibilidad requeridos a partir del material rodante en transporte público

Resumen de la invención

El objetivo de la invención se enfoca en proporcionar un tren de rodaje con capacidades mejoradas de dirección del juego de ruedas, el cual sigue siendo simple y a bajo coste.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un tren de rodaje para un vehículo ferroviario, que comprende:

5 - al menos un par de juegos de ruedas que comprenden un juego de ruedas delanteras y un juego de ruedas posteriores respectivamente en un lado delantero y un lado posterior de un plano vertical transversal medio del tren de rodaje, cada uno del juego de ruedas delanteras y las ruedas posteriores tiene una rueda izquierda y una rueda derecha, respectivamente en un lado izquierdo y un lado derecho de un plano vertical longitudinal medio del tren de rodaje, y

- un sistema de dirección de juego de ruedas hidráulico pasivo que comprende:

10 - un conjunto convertidor hidromecánico delantero izquierdo para convertir el movimiento de la rueda izquierda del juego de ruedas delanteras hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto convertidor hidromecánico delantero derecho para convertir el movimiento de la rueda derecha del juego de ruedas delanteras hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto convertidor hidromecánico posterior izquierdo para convertir el movimiento de la rueda izquierda del juego de ruedas posteriores hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto convertidor hidromecánico posterior derecho para convertir el movimiento de la rueda derecha del juego de ruedas posteriores hacia y lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, y

15 - un conjunto de válvula de control conectado hidráulicamente a los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo, delantero derecho, posterior izquierdo y posterior derecho, siendo el conjunto de válvula de control móvil entre al menos una primera posición y una segunda posición, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo siendo tal que en la primera posición del conjunto de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho se desconectan a partir de los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho para permitir movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras hacia o lejos del plano vertical transversal medio y los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores hacia o lejos del plano vertical transversal medio que son independientes a partir de los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras, y en donde en la segunda posición del conjunto de válvula de control, cada uno de los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho está conectado al menos a uno de los respectivos conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho.

20 En la primera posición del conjunto de válvula de control, no hay conexión hidráulica, es decir, no hay transferencia de fluido o presión hidráulica, entre el conjunto convertidor hidromecánico delantero y el conjunto convertidor hidromecánico posterior. Por consiguiente, los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras hacia o lejos del plano vertical transversal medio son independientes de los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores hacia o lejos del plano vertical transversal medio. Este primer modo de funcionamiento está particularmente adaptado a trayectorias rectas y curvas amplias. En la segunda posición del conjunto de válvula de control, hay una transferencia de presión o fluido hidráulico entre los conjuntos convertidores hidromecánicos del juego de ruedas delanteras y los conjuntos convertidores hidromecánicos del juego de ruedas posteriores. Este segundo modo de funcionamiento está dedicado a curvas cerradas. La estructura del sistema de dirección hidráulica se mantiene simple porque esta es pasiva, es decir, no hay bomba o motor involucrado en el movimiento de los conjuntos convertidores hidromecánicos, los cuales se mueven como resultado de las fuerzas externas aplicadas por la trayectoria sobre las ruedas.

25 Preferiblemente, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que al menos en la primera posición del conjunto de válvula de control, un movimiento de una de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras hacia el plano vertical transversal medio resulta en un movimiento de la otra de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras lejos del plano vertical transversal medio, y un movimiento de una de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores hacia el plano vertical transversal medio resulta en un movimiento de la otra de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores lejos del plano vertical transversal medio. Preferiblemente, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la primera posición del conjunto de válvula de control, el movimiento de una de las ruedas delanteras hacia el plano vertical transversal medio tiene la misma magnitud que el movimiento de la otra rueda delantera lejos del plano vertical transversal medio y el movimiento de una de las ruedas posteriores hacia el plano vertical transversal medio tiene la misma magnitud que el movimiento de la otra rueda posterior lejos del plano vertical transversal medio.

30 De acuerdo con una realización preferida, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, un movimiento de una de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras hacia el plano vertical transversal medio resulta en un movimiento de la otra de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras lejos del plano vertical transversal medio, y un movimiento de una de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores hacia el plano vertical transversal medio resulta en

5 un movimiento de la otra de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores lejos del plano vertical transversal medio. El sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es preferiblemente tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, el movimiento de una de las ruedas delanteras hacia el plano vertical transversal medio tiene la misma magnitud que el movimiento de la otra rueda delantera lejos del plano vertical transversal medio y el movimiento de una de las ruedas posteriores hacia el plano vertical transversal medio tiene la misma magnitud que el movimiento de la otra rueda posterior lejos del plano vertical transversal medio.

10 Preferiblemente, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control los movimientos de las ruedas izquierda, derecha respectivamente del juego de ruedas delanteras hacia, respectivamente, lejos del plano vertical transversal medio, resultan en movimientos de la rueda izquierda, derecha, respectivamente, del juego de ruedas posteriores hacia, respectivamente, lejos del plano vertical transversal medio. Preferiblemente, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, los movimientos de las ruedas izquierda, derecha respectivamente del juego de ruedas delanteras hacia, respectivamente, lejos del plano vertical transversal medio, resultan en movimientos de la misma magnitud de las ruedas izquierda, derecha, respectivamente, del juego de ruedas delanteras hacia, respectivamente, lejos del plano vertical transversal medio.

15 De acuerdo con una realización preferida, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la primera posición del conjunto de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho están conectados entre sí.

20 De acuerdo con una realización, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho están desconectados uno del otro y los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho están desconectados uno del otro. Preferiblemente.

25 De acuerdo con una realización alternativa, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho están conectados entre sí.

30 Preferiblemente, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y posterior izquierdo están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros derecho y posterior derecho están conectados entre sí.

35 De acuerdo con una realización, el sistema de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y posterior derecho están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros derecho y posterior izquierdo están conectados entre sí.

40 Cada conjunto convertidor hidromecánico es capaz de convertir una energía mecánica resultante a partir de un movimiento de la rueda asociada hacia o lejos del plano vertical transversal medio en energía hidráulica y convertir la energía hidráulica de regreso en energía mecánica para mover la rueda asociada hacia o lejos del plano vertical transversal medio. Cada conjunto convertidor hidromecánico puede comprender uno o más convertidores hidromecánicos de doble acción, por ejemplo, cilindros y/o uno o más convertidores hidromecánicos de simple acción, por ejemplo, cilindros. De acuerdo con una realización preferida, cada conjunto convertidor hidromecánico consiste de un solo cilindro hidráulico de doble acción. De acuerdo con otra realización preferida, cada conjunto convertidor hidromecánico consiste de dos cilindros hidráulicos de simple acción, uno para convertir hidráulicamente los movimientos de la rueda asociada hacia el plano vertical transversal medio y el otro para convertir hidráulicamente los movimientos de la rueda asociada lejos del plano vertical transversal medio.

45 De acuerdo con una realización, el conjunto de válvula de control puede consistir en una sola válvula de control de dos posiciones. Sin embargo, también son posibles alternativas con más de una válvula. El conjunto de válvula de control puede ser accionado mediante cualquier medio de control eléctrico, mecánico, neumático o hidráulico conocido, en función de una señal la cual puede ser representativa, por ejemplo, de la velocidad del vehículo, la aceleración lateral, el radio de curvatura de la trayectoria, la posición del tren de rodaje con respecto a la carrocería del coche o puede ser una función de una o más de estas variables.

50 De acuerdo con una realización preferida, las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras están soportadas en un eje de rueda delantera común y las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posteriores están soportadas en un eje de rueda posterior común. Los ejes de ruedas pueden tener un eje de giro vertical fijo

materializado mediante un giro o un eje de giro vertical imaginario. Alternativamente, cada juego de ruedas puede consistir de ruedas individuales izquierda y derecha sin un eje común, como se divulga, por ejemplo, en el documento US 2010/0294163.

5 De acuerdo con una realización preferida, el tren de rodaje es un bogie con al menos dos juegos de ruedas, y comprende un bastidor de bogie soportado en el par de juegos de ruedas a través de una suspensión primaria.

10 De acuerdo con una realización, al menos uno del eje de rueda delantera y el eje de rueda posterior está conectado de manera giratoria al bastidor del tren de rodaje a través de un pivote mecánico para pivotar el dicho eje de rueda delantera y eje de rueda posterior alrededor de un eje de rotación vertical fijo. Alternativamente, el bastidor del tren de rodaje está conectado de manera giratoria al bastidor del tren de rodaje sin un pivote mecánico para pivotar el dicho eje de rueda delantera y eje de rueda posterior alrededor de un eje de rotación vertical fijo.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un vehículo ferroviario que comprende una pluralidad de ejes de rodaje como se describe en este documento anteriormente.

Breve descripción de las figuras

15 Otras ventajas y características de la invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización específica de la invención dada solo como ejemplos no restrictivos y representada en los dibujos adjuntos en los cuales:

- la Figura 1 es una ilustración esquemática de un tren de rodaje de un vehículo ferroviario de acuerdo con una primera realización de la invención, en un primer modo de funcionamiento;

20 - la Figura 2 es una ilustración esquemática del tren de rodaje de acuerdo con la primera realización de la invención, en un segundo modo de funcionamiento;

- la Figura 3 es una ilustración esquemática de un tren de rodaje de un vehículo ferroviario de acuerdo con una segunda realización de la invención, en un primer modo de funcionamiento;

- la Figura 4 es una ilustración esquemática del tren de rodaje de acuerdo con la segunda realización de la invención, en un segundo modo de funcionamiento.

25 Los números de referencia correspondientes se refieren a las mismas partes o partes correspondientes en cada una de las figuras.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

30 Con referencia a las Figuras 1 y 2, un tren 10 de rodaje, más específicamente un bogie, de un vehículo ferroviario comprende un bastidor 12 de bogie soportado en un par de juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores a través de una suspensión primaria (no se muestra). El juego 14 de ruedas delanteras y el juego 16 de ruedas posteriores están ubicados respectivamente en un lado delantero y un lado posterior de un plano 100 vertical transversal medio del tren 10 de rodaje. Cada uno del juego 14 de ruedas delanteras y el juego 16 de ruedas posteriores comprende una rueda 18L, 20L izquierda y una rueda 18R, 20R derecha, respectivamente en un lado izquierdo y un lado derecho de un plano 200 vertical longitudinal medio del tren 10 de rodaje, y un eje 22, 24, respectivamente en los cuales las ruedas 35 18L, 18R izquierda y derecha 20L, 20 R, respectivamente están montadas (o las cuales pueden ser integrales con las ruedas izquierda y derecha). Cada eje 22, 24 puede ser un eje motriz o un eje muerto.

40 El bogie 10 se proporciona además con un sistema 26 de dirección de juego de ruedas hidráulico pasivo que comprende: un conjunto 28L convertidor hidromecánico delantero izquierdo que consiste de un solo cilindro de doble acción para convertir el movimiento de la rueda 18L izquierda del juego 14 de ruedas delanteras hacia y lejos del plano 100 vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto 28R convertidor hidromecánico delantero derecho que consiste de un solo cilindro de doble acción para convertir el movimiento de la rueda 18R derecha del juego 14 de ruedas delanteras hacia y lejos del plano 100 vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto 30L convertidor hidromecánico posterior izquierdo que consiste de un solo cilindro de doble acción para convertir el movimiento de la rueda 20L izquierda del juego 16 de ruedas posteriores hacia y lejos del plano 100 vertical 45 transversal medio a energía hidráulica y viceversa, y un conjunto 30R convertidor hidromecánico posterior derecho que consiste de un solo cilindro de doble acción para convertir el movimiento de la rueda 20R derecha del juego 16 de ruedas posteriores hacia y lejos del plano 100 vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa.

50 El sistema 26 de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo comprende además un conjunto 32 de válvula de control el cual se representa como una sola válvula 32 de control de doce puertos y dos posiciones conectada hidráulicamente a los cilindros hidráulicos delantero izquierdo, delantero derecho, posterior izquierdo y posterior

derecho a través de líneas hidráulicas. Más específicamente, cada cilindro hidráulico comprende una cámara delantera y una posterior y cada cámara está conectada mediante una línea directa a uno o dos de los puertos de la válvula 32 de control.

5 La válvula 32 de control se puede mover entre una primera posición representada en la Figura 1 y una segunda posición representada en la Figura 2.

En la primera posición de la válvula 32 de control en la Figura 1, los cilindros 28L, 28R hidráulicos delantero izquierdo y derecho están aislados de los cilindros 30L, 30R hidráulicos posterior izquierdo y derecho, y se forman dos circuitos hidráulicos completamente independientes, a saber, un circuito 34F delantero entre los dos cilindros 28L, 28R hidráulicos del juego 14 de ruedas delanteras y un circuito 34R posterior entre los dos cilindros hidráulicos del juego 16 de ruedas posteriores. Más específicamente, las cámaras delanteras (es decir, las cámaras más cercanas a la parte delantera del bogie 10, hacia la izquierda en la Figura 1) de los cilindros 28L, 28R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 14 de ruedas delanteras están conectadas entre sí, las cámaras posteriores (es decir, las cámaras más cercanas a la parte posterior del bogie 10, hacia la derecha en la Figura 1) de los cilindros 28L, 28R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 14 de ruedas delanteras están conectadas entre sí, las cámaras delanteras de los cilindros 30L, 30R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 16 de ruedas posteriores están conectadas entre sí y las cámaras posteriores de los cilindros 30L, 30R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 16 de ruedas posteriores están conectadas entre sí. Por lo tanto, un movimiento de una de las ruedas 18L, 18R izquierda y derecha del juego 14 de ruedas delanteras hacia el plano 100 vertical transversal medio debido a las fuerzas de contacto entre las ruedas 18L, 18R y la trayectoria, resulta en un movimiento coordinado de la otra de las ruedas 18L, 18R izquierda y derecha del juego 14 de ruedas delanteras lejos del plano 100 vertical transversal medio, y un movimiento de una de las ruedas 20L, 20R izquierda y derecha del juego 16 de ruedas posteriores hacia el plano 100 vertical transversal medio, resulta en un movimiento de la otra de las ruedas 20L, 20R izquierda y derecha del juego 16 de ruedas posteriores lejos del plano 100 vertical transversal medio

En la segunda posición de la válvula 32 de control en la Figura 2, los cilindros 28L, 30L hidráulicos delantero izquierdo y posterior izquierdo están conectados entre sí y desconectados de los cilindros 28R, 30R hidráulicos delantero derecho y posterior derecho, los cuales están conectados entre sí. Se forman dos circuitos hidráulicos independientes, a saber, un circuito 36L izquierdo para los cilindros 28L, 30L hidráulicos en el lado izquierdo del plano 200 vertical longitudinal medio y un circuito 36R derecho para los cilindros 28R, 30R hidráulicos en el lado derecho del plano 200 vertical longitudinal medio. Más específicamente, las cámaras delanteras de los cilindros 28L, 30L hidráulicos del juego 14 de ruedas delanteras y el juego 16 de ruedas posteriores en el lado izquierdo del plano 200 vertical longitudinal medio están conectadas entre sí, como son las cámaras posteriores de los cilindros 28L, 30L hidráulicos del juego 14 de ruedas delanteras y del juego 16 de ruedas posteriores en el lado izquierdo del plano 200 vertical longitudinal medio. Lo mismo aplica al lado derecho. Con estas conexiones, el movimiento de dirección del juego 14 de ruedas delanteras está coordinado con el movimiento de dirección del juego 16 de ruedas posteriores. Por lo tanto, un movimiento de la rueda 18L del juego 14 de ruedas delanteras hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio debido a las fuerzas de contacto entre las ruedas 18L, 18R y la trayectoria, resulta en un movimiento coordinado de la rueda 20L izquierda del juego 16 de ruedas posteriores hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio, y un movimiento de la rueda 18R derecha del juego 14 de ruedas delanteras hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio, resulta en un movimiento de la rueda 20R derecha del juego 16 de ruedas posteriores hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio.

La válvula 32 de control es una válvula operada eléctricamente conectada a una unidad 38 de control, la cual puede recibir señales a partir de diversos sensores 40, por ejemplo, una unidad GPS, un acelerómetro lateral, un sensor de velocidad del vehículo, para cambiar la válvula 32 de control entre un modo de funcionamiento "recto" correspondiente a la posición de la válvula 32 de control en la Figura 1 y un modo de funcionamiento "curva cerrada" correspondiente a la posición de la válvula 32 de control en la Figura 2.

El sistema 26 de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo funciona de la siguiente manera. En el modo de funcionamiento "recto" de la Figura 1, los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores son independientes entre sí. El circuito 34F hidráulico delantero permite el movimiento coordinado de las ruedas 18L, 18R izquierda y derecha del juego 14 de ruedas delanteras alrededor de un eje de giro sobre el eje vertical imaginario delantero ubicado en el plano 200 vertical longitudinal medio. De manera similar, el circuito 34R hidráulico posterior permite el movimiento coordinado de las ruedas 20L, 20R izquierda y derecha del juego 16 de ruedas posteriores alrededor de un eje de giro sobre el eje vertical imaginario posterior ubicado en el plano 200 vertical longitudinal medio y separado del eje de giro sobre el eje imaginario delantero. Debido a que el movimiento de rotación del juego 14 de ruedas delanteras alrededor del eje de giro sobre el eje vertical imaginario delantero es independiente de la rotación del juego 16 de ruedas posteriores alrededor del eje de giro sobre el eje vertical imaginario posterior, cada juego de ruedas puede encontrar su propia posición óptima (ligeramente soberrradial) en una curva amplia.

En el modo de funcionamiento de “curva cerrada”, el circuito 36L izquierdo permite el movimiento coordinado de las ruedas 18L, 20L izquierdas de los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores de tal manera que un movimiento de la rueda delantera 18L hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio, resulta en un movimiento coordinado de la misma amplitud de la rueda 20L posterior hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio. De manera similar, el circuito 36R derecho permite el movimiento coordinado de las ruedas 18R, 20R derecha de los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores de tal manera que un movimiento de la rueda 18R delantera hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio resulta en un movimiento coordinado de la misma amplitud de la rueda 20R posterior hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio. Sin embargo, los circuitos 36L, 36F izquierdo y derecho permanecen independientes, lo cual significa que el movimiento instantáneo de cada juego 14, 16 de ruedas puede ser una combinación de una rotación alrededor de un eje de giro sobre el eje vertical instantáneo imaginario (el cual no está necesariamente ubicado en el plano 200 vertical longitudinal medio) y una traslación en la dirección longitudinal hacia o lejos a partir del plano 100 vertical transversal medio. A la vez que el número de grados de libertad es el mismo en los dos modos, el modo de funcionamiento “curva cerrada” proporciona una coordinación entre los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores los cuales aseguran que una rotación del juego 14 de ruedas delanteras en una dirección alrededor de un eje vertical, causada por la reacción de las ruedas rodantes en la trayectoria, dará como resultado en una rotación del juego 16 de ruedas posteriores en una dirección opuesta, lo cual es beneficioso en curvas cerradas.

La conmutación de la válvula de un modo de funcionamiento a otro no compromete el rendimiento de la dirección. En una transición a partir de una trayectoria recta o una curva amplia a una curva cerrada, el sistema de dirección está inicialmente en el modo de funcionamiento “recto” y el juego de ruedas está libre para girar sobre un eje en una posición ligeramente radial antes que la válvula 32 de control se conmute al modo de funcionamiento “curva cerrada”. Una vez que la válvula 32 de control se ha conmutado al modo de funcionamiento de “curva cerrada”, se coordinan las rotaciones subsiguientes de los juegos de ruedas delanteras y posteriores. En una transición a partir de una curva cerrada de regreso a una trayectoria recta, los dos juegos 14, 16 de ruedas regresan a una posición recta antes de que el sistema de dirección conmute a partir del modo de funcionamiento de “curva cerrada” de regreso al modo de funcionamiento “recto”.

El tren 10 de rodaje que se ilustra en las Figuras 3 y 4 es similar al tren de rodaje de las Figuras 1 y 2 y se hace referencia a la descripción de la estructura del tren de rodaje de las Figuras 1 y 2 para impedir la duplicación. La única diferencia entre ambos conjuntos reside en el conjunto 32 de válvula de control y las líneas hidráulicas que unen los cilindros 28L, 28R, 30L, 30R hidráulicos delantero izquierdo, delantero derecho, posterior izquierdo y posterior derecho. El conjunto 32 de válvula de control consiste de una sola válvula de control de cuatro puertos y dos posiciones o tres posiciones, la cual está conectada a las cámaras posteriores de los dos cilindros 28L, 28R hidráulicos del juego 14 de ruedas delanteras y a las cámaras delanteras de los dos cilindros 30L, 30R hidráulicos del juego 16 de ruedas posteriores. Las cámaras delanteras de los cilindros 28L, 28R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 14 de ruedas delanteras están conectadas permanentemente entre sí. De manera similar, las cámaras posteriores de los cilindros 30L, 30R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 16 de ruedas posteriores están permanentemente conectadas entre sí.

La válvula 32 de control se puede mover entre una primera posición que se representa en la Figura 3 y una segunda posición que se representa en la Figura 4.

En la primera posición de la válvula 32 de control en la Figura 3, los cilindros 28L, 28R hidráulicos delantero izquierdo y derecho están aislados de los cilindros 30L, 30R hidráulicos posterior izquierdo y derecho, y se forman dos circuitos hidráulicos totalmente independientes, los cuales son funcionalmente idénticos con los circuitos de la Figura 1, a saber, un circuito 34F delantero entre los dos cilindros 28L, 28R hidráulicos del juego 14 de ruedas delanteras y un circuito 34R posterior entre los dos cilindros hidráulicos del juego 16 de ruedas posteriores.

En la segunda posición de la válvula de control en la Figura 4, se forma un circuito 42 hidráulico cruzado. La cámara posterior del cilindro 28L hidráulico izquierdo del juego 14 de ruedas delanteras está conectada con la cámara delantera del cilindro 30R hidráulico derecho del juego 16 de ruedas posteriores, a la vez que la cámara posterior del cilindro 28R hidráulico derecho del juego 14 de ruedas delanteras está conectada con la cámara delantera del cilindro 30L hidráulico izquierdo del juego 16 de ruedas posteriores. Como las cámaras delanteras de los cilindros 28L, 28R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 14 de ruedas delanteras todavía están conectadas entre sí y las cámaras posteriores de los cilindros 30L, 30R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 16 de ruedas posteriores están conectadas entre sí, el sistema hidráulico tiene solo un grado de libertad, es decir, los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores solo pueden girar alrededor de su respectivo eje de giro sobre el eje vertical imaginario en direcciones opuestas.

La válvula 32 de control se puede operar entre un modo de funcionamiento “recto”, el cual corresponde a la posición de la válvula 32 de control en la Figura 3 y es idéntico al modo de funcionamiento “recto” discutido en relación con la

Figura 1, y un modo de funcionamiento de “curva cerrada”, el cual corresponde a la posición de la válvula 32 de control en la Figura 4.

5 En el modo de funcionamiento de “curva cerrada”, la conexión directa entre las cámaras delanteras de los cilindros 28L, 28R hidráulicos izquierdo y derecho del juego 14 de ruedas delanteras asegura que un movimiento de la rueda 18L izquierda del juego 14 de ruedas delanteras hacia (respectivamente lejos) del plano 100 vertical transversal medio
 10 dará como resultado en un movimiento de la misma amplitud de la rueda 18R derecha del juego 14 de ruedas delanteras lejos a partir (respectivamente hacia) del plano 100 vertical transversal medio. En consecuencia, el movimiento del juego 14 de ruedas delanteras es necesariamente un movimiento de rotación alrededor de un eje de giro sobre el eje vertical imaginario delantero ubicado en el plano 200 vertical longitudinal medio. De manera similar, el movimiento del juego 16 de ruedas posteriores es necesariamente un movimiento de rotación alrededor de un eje de giro sobre el eje vertical imaginario posterior ubicado en el plano 200 vertical longitudinal medio. Los movimientos de los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores son coordinados y opuestos, es decir, una rotación del juego 14 de ruedas delanteras en una dirección dará como resultado en una rotación del juego 16 de ruedas posteriores en la dirección opuesta.

15 A la vez que los ejemplos anteriores ilustran realizaciones preferidas de la presente invención, se observa que también se pueden considerar diversas otras disposiciones.

20 Como una variante de la primera realización, uno de los juegos de ruedas puede estar conectado mecánicamente al bastidor de bogie a través de una conexión de giro sobre el eje mecánico, la cual define un eje de giro sobre el eje vertical fijo. Este eje de giro sobre el eje fijo no modifica el comportamiento del sistema de dirección en el modo de funcionamiento “recto”, pero impide los movimientos de traslación de los juegos de ruedas en el modo de funcionamiento de “curva cerrada”. No es necesario proporcionar una conexión de giro sobre el eje mecánico para cada juego de ruedas, ya que el movimiento de los juegos 14, 16 de ruedas delanteras y posteriores en el modo de funcionamiento de “curva cerrada” está coordinado hidráulicamente.

25 La válvula 32 de control puede ser operada mecánica o hidráulicamente, por ejemplo, a través de una masa de inercia que permite moverse transversalmente con respecto al bastidor 12 del bogie.

Cada conjunto 28L, 28R, 30L, 30R convertidor hidromecánico puede consistir de dos cilindros de simple acción con o sin resorte de retorno. También pueden consistir en convertidores de pistón como se divulga, por ejemplo, en el documento WO 2007/090825.

30 El conjunto 32 de válvula de control puede consistir en diversas válvulas. El sistema 26 de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo puede incluir medios de amortiguación hidráulica, por ejemplo, restricciones, para estabilizar el movimiento de guiñada de los juegos de ruedas.

35 El sistema 26 de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es un sistema pasivo en la medida en que no implica una bomba para dirigir los juegos 14, 16 de ruedas. Sin embargo, esto no significa que el sistema hidráulico deba aislarse hidráulicamente. Puede ser necesaria una conexión para una bomba y un tanque para compensar las fugas en los circuitos hidráulicos.

El tren de rodaje no es necesariamente un bogie. El conjunto 28L, 28R, 30L, 30R convertidor hidromecánico puede, por ejemplo, fijarse directamente a un bastidor inferior de un vagón ferroviario, sin bastidor de bogie intermedio.

40 A la vez que el sistema 26 de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo se ha aplicado a un bogie de dos ejes, otros tipos de tren de rodaje también pueden beneficiarse a partir de este, en particular el bogie de tres ejes con un eje medio adicional que no se puede direccionar.

REIVINDICACIONES

1. Un tren (10) de rodaje para un vehículo ferroviario, que comprende:

- al menos un par de juegos (14, 16) de ruedas que comprenden un juego (14) de ruedas delanteras y un juego (16) de ruedas posteriores respectivamente en un lado delantero y un lado posterior de un plano (100) vertical transversal medio del tren (10) de rodaje, cada uno del juego (14) de ruedas delanteras y el juego (16) de ruedas posteriores tiene una rueda (18L, 20L) izquierda y una rueda (18R, 20R) derecha, respectivamente en un lado izquierdo y un lado derecho de un plano (200) vertical longitudinal medio del tren (10) de rodaje, y

- un sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo que comprende: un conjunto (28L) convertidor hidromecánico delantero izquierdo para convertir el movimiento de la rueda (18L) izquierda del juego (14) de ruedas delanteras hacia y lejos del plano (100) vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto (28R) convertidor hidromecánico delantero derecho para convertir el movimiento de la rueda (18R) derecha del juego (14) de ruedas delanteras hacia y lejos del plano (100) vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto (30L) convertidor hidromecánico posterior izquierdo para convertir el movimiento de la rueda (20L) izquierda del juego (16) de ruedas posteriores hacia y lejos del plano (100) vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, un conjunto (30R) convertidor hidromecánico posterior derecho para convertir el movimiento de la rueda (20R) derecha del juego (16) de ruedas posteriores hacia y lejos del plano (100) vertical transversal medio en energía hidráulica y viceversa, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo comprende además un conjunto (32) de válvula de control conectado hidráulicamente a los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo, delantero derecho, posterior izquierdo y posterior derecho, estando el conjunto (32) de válvula de control móvil entre al menos una primera posición y una segunda posición, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, cada uno de los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho está conectado a al menos uno de los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho respectivamente,

caracterizado porque el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la primera posición del conjunto (32) de válvula de control los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho están desconectados de los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho, se permiten los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras hacia o lejos del plano vertical transversal medio y los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas posterior hacia o lejos del plano vertical transversal medio que son independientes de los movimientos de las ruedas izquierda y derecha del juego de ruedas delanteras permitidas.

2. El tren (10) de rodaje de la reivindicación 1, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que al menos en la primera posición del conjunto (32) de válvula de control, un movimiento de una de las ruedas (18L, 18R) izquierda y derecha del juego (14) de ruedas delanteras hacia el plano (100) vertical transversal medio resulta en un movimiento de las otras ruedas (18L, 18R) izquierda y derecha del juego (14) de ruedas delanteras a partir del plano (100) vertical transversal medio, y un movimiento de una de las ruedas (20L, 20R) izquierda y derecha del juego (16) de ruedas posteriores hacia el plano (100) vertical transversal medio resulta en un movimiento de las otras ruedas (20L, 20R) izquierda y derecha del juego (16) de ruedas posteriores lejos del plano (100) vertical transversal medio.

3. El tren (10) de rodaje de la reivindicación 2, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, un movimiento de una de las ruedas (18L, 18R) izquierda y derecha del juego (14) de ruedas delanteras hacia el plano (100) vertical transversal medio resulta en un movimiento de la otra de las ruedas (18L, 18R) izquierda y derecha del juego (14) de ruedas delanteras lejos del plano (100) vertical transversal medio, y un movimiento de una de las ruedas (20L, 20R) izquierda y derecha del juego (16) de ruedas posteriores hacia el plano (100) vertical transversal medio resulta en un movimiento de la otra de las ruedas (20L, 20R) izquierda y derecha del juego (16) de ruedas posteriores lejos del plano (100) vertical transversal medio.

4. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, los movimientos de la rueda izquierda, respectivamente la derecha del juego (14) de ruedas delanteras hacia, respectivamente, lejos del plano (100) vertical transversal medio, resulta en movimientos de la rueda izquierda, respectivamente la derecha del juego (16) de ruedas posteriores hacia, respectivamente, lejos del plano (100) vertical transversal medio

5. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la primera posición del conjunto (32) de válvula de control, los

conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho están conectados entre sí.

- 5 6. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho se desconectan entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho se desconectan entre sí.
- 10 7. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros izquierdo y derecho están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos posteriores izquierdo y derecho están conectados entre sí.
- 15 8. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delantero izquierdo y posterior izquierdo están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos delanteros derecho y posterior derecho están conectados entre sí.
- 20 9. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema (26) de dirección del juego de ruedas hidráulico pasivo es tal que en la segunda posición del conjunto (32) de válvula de control, los conjuntos convertidores hidromecánicos delantero izquierdo y posterior derecho están conectados entre sí y los conjuntos convertidores hidromecánicos delantero derecho y posterior izquierdo están conectados entre sí.
10. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las ruedas (18L, 18R) izquierda y derecha del juego (14) de ruedas delanteras están soportadas en un eje (22) de rueda delantera común y las ruedas (20L, 20R) izquierda y derecha del juego (16) de ruedas posteriores están soportadas en un eje (24) de rueda posterior común.
- 25 11. El tren (10) de rodaje de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un bastidor (12) de bogie soportado en el par de juegos (14, 16) de ruedas a través de una suspensión primaria.
12. El tren (10) de rodaje de la reivindicación 10 y la reivindicación 11, en donde al menos uno del eje (22) de la rueda delantera y el eje (24) de la rueda posterior está conectado de manera pivotante al bastidor (12) del tren (10) de rodaje a través de un pivote mecánico para pivotar el dicho del eje (22) de rueda delantera y el eje (24) de rueda posterior alrededor de un eje de rotación vertical fijo.
- 30 13. El tren (10) de rodaje de la reivindicación 10 y la reivindicación 11, en donde el eje (22) de la rueda delantera y el eje (24) de la rueda posterior están conectados de manera giratoria sobre el eje al bastidor (12) del tren (10) de rodaje sin un pivote mecánico para pivotar el dicho del eje (22) de rueda delantera y el eje (24) de rueda posterior alrededor de un eje de rotación vertical fijo.
14. Un vehículo ferroviario que comprende una pluralidad de trenes (10) de rodaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

35

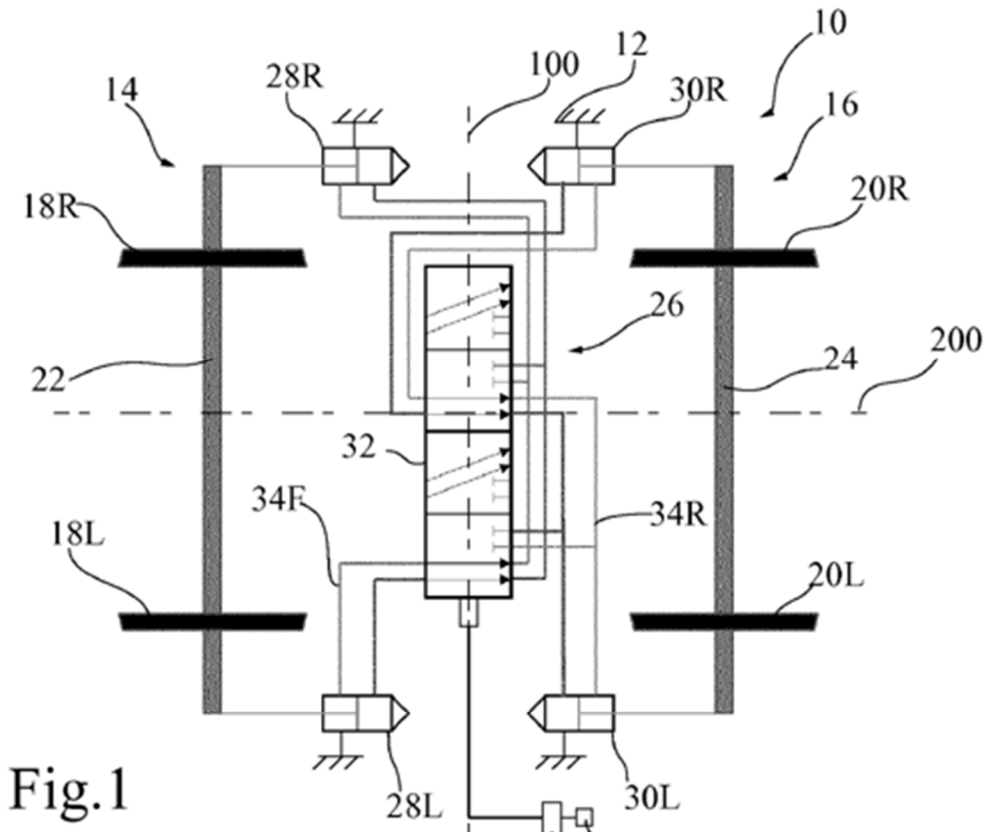


Fig.1

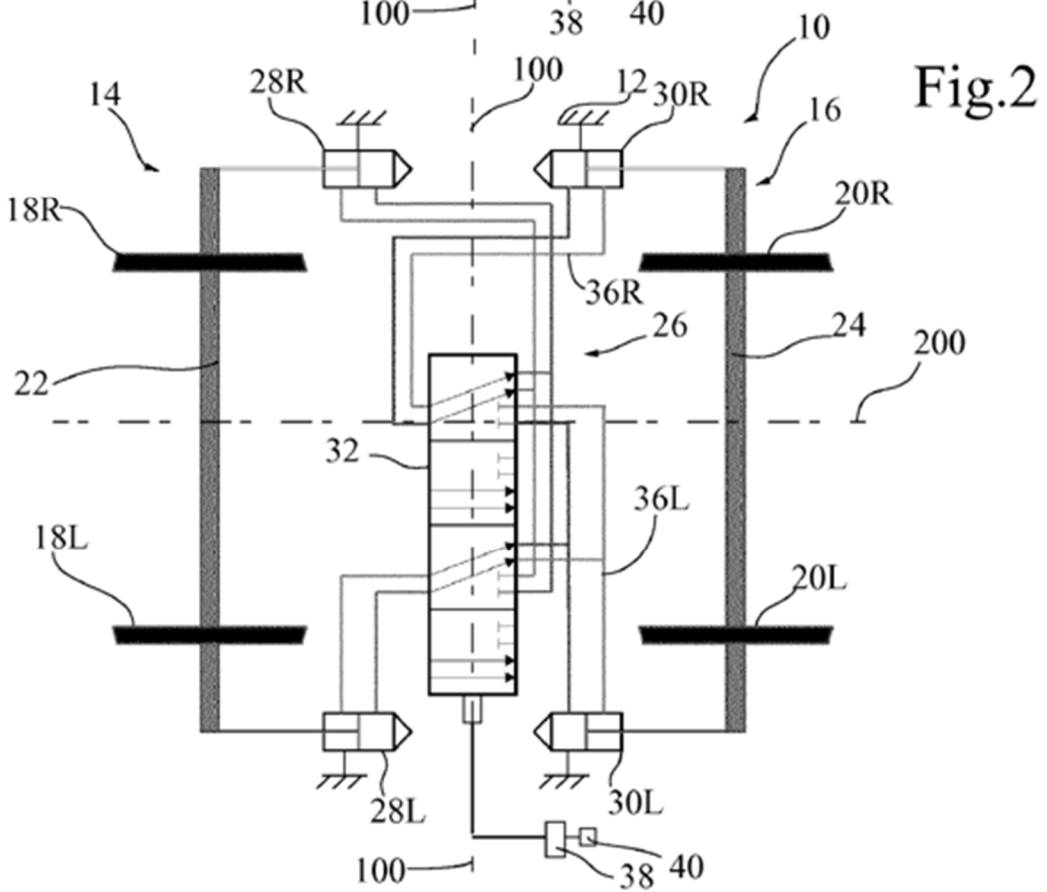


Fig.2

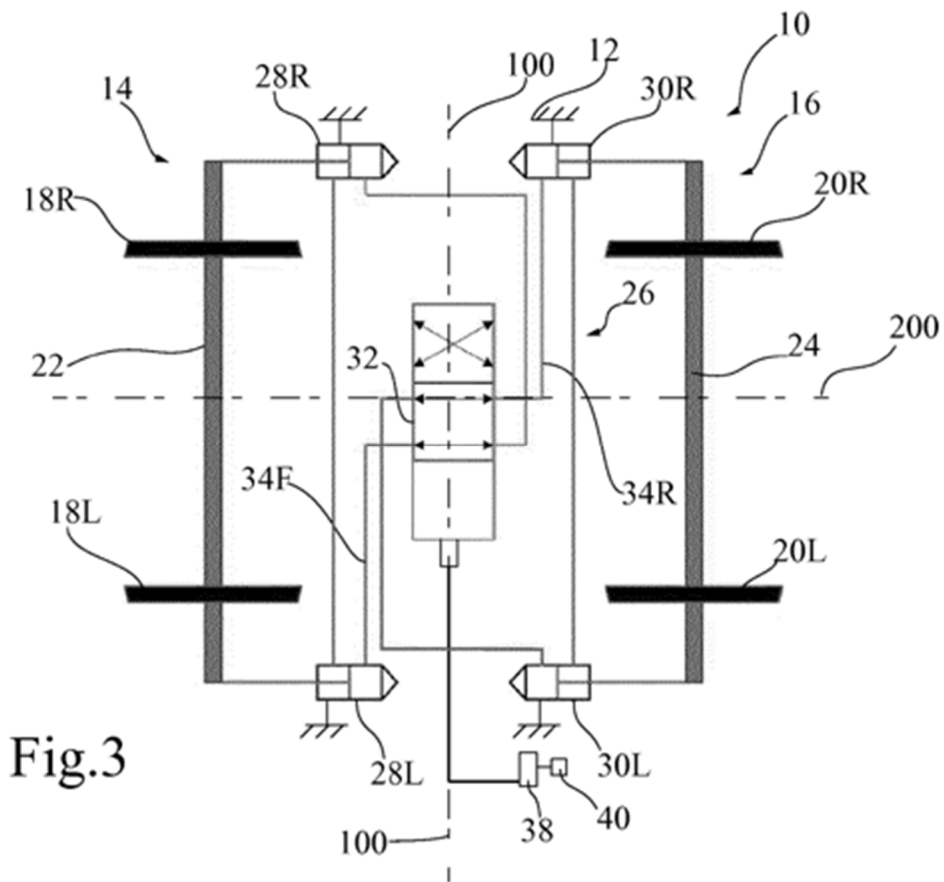


Fig.3

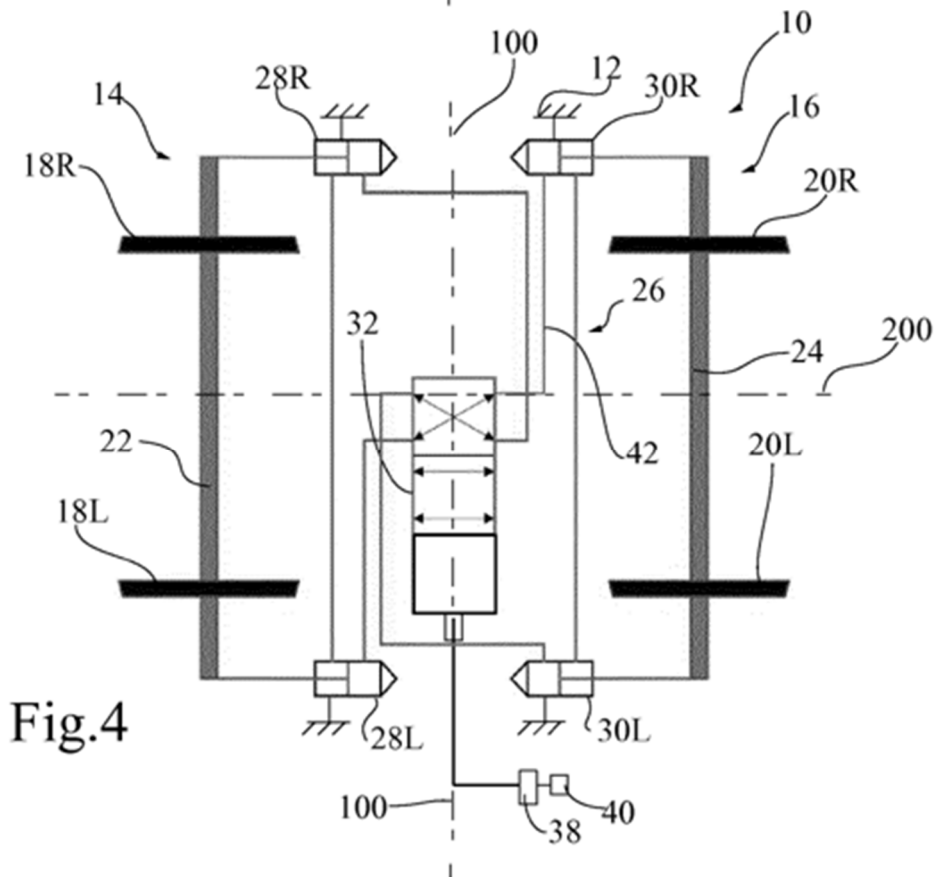


Fig.4