

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 707**

51 Int. Cl.:

B61F 5/52

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2012** **E 12170083 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.07.2021** **EP 2669138**

54 Título: **Bastidor de tren de rodaje para vehículo ferroviario**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.11.2021

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Eichhornstraße 3
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

ZANUTTI, CEDRIC

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 880 707 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

Bastidor de tren de rodaje para vehículo ferroviario

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un bastidor de tren de rodaje para un vehículo ferroviario que comprende un cuerpo de bastidor que define una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección de altura. El cuerpo de bastidor comprende dos vigas longitudinales y una unidad de viga transversal que proporciona una conexión estructural entre las vigas longitudinales en la dirección transversal, de modo que se forma una configuración sustancialmente en forma de H. Cada viga longitudinal tiene una sección de extremo libre que forma una interfaz de suspensión primaria para un dispositivo de suspensión primario conectado a una unidad de rueda asociada. Además, cada viga longitudinal tiene una sección de interfaz de pivote asociada a la sección de extremo libre y que forma una interfaz de pivote para un brazo de pivote conectado a la unidad de rueda asociada. Finalmente, cada viga longitudinal tiene una sección en ángulo asociada a la sección de extremo libre, estando dispuesta la sección en ángulo de manera que la sección de extremo libre forma una sección de pilar que se extiende al menos principalmente en la dirección de la altura, estando asociada la sección de interfaz de pivote a la sección en ángulo. La invención se refiere además a una unidad de vehículo ferroviario con un bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la invención y a un método para fabricar dicho bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la invención.

Un bastidor de tren de rodaje de este tipo se conoce, por ejemplo, a partir de Hondius, H. et al: "Bombardier stellt den Flexity 2 in Blackpool vor", Stadtverkehr 10/11 (56.Jahrgang), 2011, 6 - 8. Un bastidor de tren de rodaje de este tipo se conoce, además, por ejemplo, a partir del documento DE 41 36 926 A1 (cuya descripción completa se incorpora aquí por referencia). Este bastidor de tren de rodaje, debido a su diseño específico del soporte en las unidades de rueda (tales como pares de ruedas o conjuntos de ruedas, etc.) es particularmente adecuado para su uso en vehículos de suelo bajo, tales como tranvías o similares. Sin embargo, debido a que este soporte utiliza un resorte primario dispuesto horizontalmente que descansa contra un elemento de pilar que se retrae considerablemente en la dirección longitudinal con respecto a la interfaz de pivote, el bastidor del tren de rodaje tiene una geometría muy compleja, de múltiples ramificaciones. Por lo tanto, al igual que para muchos otros componentes estructurales para vehículos ferroviarios, la producción del bastidor del tren de rodaje conocido a partir del documento DE 41 36 926 A1, sobre todo debido a su geometría comparativamente compleja, se realiza soldando material en láminas. Sin embargo, este método de producción tiene la desventaja de que requiere un porcentaje relativamente grande de mano de obra, lo que hace que la producción de bastidores de tren de rodaje sea comparativamente cara.

En principio, el porcentaje de mano de obra costosa puede reducirse cuando se utilizan componentes fundidos en lugar de una construcción soldada. Por lo tanto, se conoce, por ejemplo, a partir del documento GB 1209389 A o del documento US 6.622.776 B2 utilizar componentes de acero fundido para el bastidor de un vehículo ferroviario. Mientras que un bastidor de boje fundido de una pieza se produce de acuerdo con el documento GB 1209389 A, de acuerdo con el documento US 6.622.776 B2 las vigas longitudinales y las vigas transversales de un boje están hechas de uno o varios componentes de acero fundido estándar y se unen posteriormente para formar un bastidor de boje. Otros ejemplos de bastidores de boje se conocen a partir del documento DE10 2006 029835 A1, donde el bastidor del boje está hecho de más elementos fundidos, y el documento EP 0 857 635 A2.

El acero fundido tiene la ventaja de que se puede utilizar soldadura convencional como técnica de unión. Sin embargo, el acero fundido tiene la desventaja de que tiene una capacidad de flujo bastante limitada. Junto con la producción automatizada de componentes relativamente grandes con geometrías complejas, tal como, por ejemplo, bastidores de tren de rodaje para vehículos ferroviarios, esto conduce a una menor fiabilidad del proceso, lo que no es aceptable en vista de los altos requisitos de seguridad que se dan para un tren de rodaje de un vehículo ferroviario. Por lo tanto, también al producir tales bastidores de tren de rodaje a partir de material de acero fundido, relativamente muchas etapas del proceso todavía tienen que realizarse manualmente y, por lo tanto, tampoco se puede lograr un grado de automatización económicamente satisfactorio con este proceso, siempre que la automatización funcione en absoluto.

Para proceder a la fundición automatizada se ha propuesto en el documento WO 2008/000657 A1 (cuya descripción completa se incorpora aquí por referencia) utilizar hierro fundido gris como material de fundición. Aunque también se sugiere fundir bastidores de tren de rodaje completos de geometría predominantemente bidimensional comparativamente simple en una sola pieza, típicamente, los bastidores de tren de rodaje de geometría más compleja también se fabrican uniendo en frío una pluralidad de componentes de fundición. Esto nuevamente se suma al porcentaje de mano de obra costosa.

Sumario de la invención

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un bastidor de tren de rodaje como el descrito anteriormente, que no muestre las desventajas descritas anteriormente, o al menos las muestre en menor medida, y que, en particular, facilite una producción simple y, por lo tanto, un mayor grado de automatización de la producción.

Los objetos anteriores se consiguen partiendo de un bastidor de tren de rodaje de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 mediante las características de la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

La presente invención se basa en la enseñanza técnica de que se puede lograr una producibilidad más simple y, por lo tanto, un mayor grado de automatización en la fabricación de un bastidor de tren de rodaje genérico de geometría más compleja, generalmente tridimensional, si la sección de interfaz de pivote está integrada en la sección en ángulo, lo que proporciona una reducción notable en la complejidad de la geometría del bastidor, lo que hace posible utilizar un material de hierro fundido gris para formar el cuerpo de bastidor como un componente de fundición monolítica (es decir, formar el cuerpo de bastidor en una sola pieza de fundición) en un proceso de fundición automatizado.

Si bien la integración de la sección de interfaz de pivote en la sección en ángulo conduce a una geometría más suave y menos ramificada del cuerpo de bastidor, el hierro fundido gris tiene la ventaja de que presenta una capacidad de flujo particularmente buena durante la fundición debido a su alto contenido de carbono y, por lo tanto, conduce a un nivel muy alto de fiabilidad del proceso. Resultó que, debido a esta modificación geométrica, era factible un cambio a hierro fundido gris que permitía la producción de un cuerpo de bastidor comparativamente grande de geometría compleja, generalmente tridimensional, en cajas de moldeo convencionales de líneas de producción de fundición automatizadas. En consecuencia, la producción del cuerpo de bastidor se simplifica significativamente y se hace más rentable. De hecho, ha resultado que, en comparación con un bastidor de tren de rodaje soldado convencional, se puede lograr una reducción de costes de más del 50% con un proceso de fundición automatizado de este tipo.

Una ventaja del material de hierro fundido gris es su propiedad de amortiguación mejorada en comparación con el material de acero que se usa típicamente. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la reducción de la transmisión de vibraciones al habitáculo de un vehículo ferroviario.

El material de hierro fundido gris puede ser cualquier material de hierro fundido gris adecuado. Preferentemente, es un material de fundición de hierro de grafito nodular o un material de fundición de hierro de grafito esferoidal (SGI). También se puede utilizar el llamado material fundido de hierro dúctil austemperado (ADI). Por lo tanto, se pueden utilizar materiales EN-GJS tal como se especifican actualmente en las normas europeas EN 1563 (para materiales SGI) y EN 1564 (para materiales ADI). Materiales particularmente adecuados son los materiales EN-GJS-400 (como se especifica en la Norma europea EN 1563), que proporcionan un buen compromiso entre resistencia, elongación a la fractura y tenacidad. Preferentemente, se usa EN-GJS-400-18U LT, que se caracteriza por una tenacidad ventajosa a bajas temperaturas. Otro material preferido sería EN-GJS-350-22-LT.

De acuerdo con un aspecto, la presente invención se refiere a un bastidor de tren de rodaje para un vehículo ferroviario que comprende un cuerpo de bastidor que define una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección de altura. El cuerpo de bastidor comprende dos vigas longitudinales y una unidad de viga transversal que proporciona una conexión estructural entre las vigas longitudinales en la dirección transversal, de modo que se forma una configuración sustancialmente en forma de H. Cada viga longitudinal tiene una sección de extremo libre que forma una interfaz de suspensión primaria para un dispositivo de suspensión primario conectado a una unidad de rueda asociada. Cada viga longitudinal tiene una sección de interfaz de pivote asociada a la sección de extremo libre y que forma una interfaz de pivote para un brazo de pivote conectado a la unidad de rueda asociada. Además, cada viga longitudinal tiene una sección en ángulo asociada a la sección de extremo libre, estando dispuesta la sección en ángulo de manera que la sección de extremo libre forma una sección de pilar que se extiende al menos principalmente en la dirección de la altura, estando asociada la sección de interfaz de pivote a la sección en ángulo. Finalmente, la sección de interfaz de pivote se integra en la sección en ángulo, y el cuerpo de bastidor se forma como un componente de fundición monolítica hecho de un material de hierro fundido gris.

Como se mencionó anteriormente, se puede usar cualquier material de hierro fundido gris adecuado y deseado. Preferentemente, el cuerpo de bastidor está hecho de un material fundido de hierro grafito esferoidal, siendo el material fundido de hierro grafito esferoidal, preferentemente uno de EN-GJS-400-18U LT y EN-GJS-350-22-LT.

La integración de la sección de interfaz de pivote en la sección en ángulo puede lograrse mediante cualquier geometría adecuada, evitando una división de la estructura en ramas separadas (como se conoce a partir de las estructuras de la técnica anterior), cuyo flujo de material tendría que seguir durante la fundición. Preferentemente, la sección de interfaz de pivote, en la dirección longitudinal, está dispuesta para estar al menos parcialmente retraída detrás de la sección de extremo libre asociada, logrando así de manera simple tal integración de la sección de interfaz de pivote en la sección en ángulo.

Con variantes típicas de la invención, una sección de extremo libre delantera y una sección de extremo libre trasera de una de las vigas longitudinales, en la dirección longitudinal, definen una longitud máxima de viga longitudinal de la viga longitudinal. Además, típicamente, una sección de interfaz de pivote delantero está asociada a la sección de extremo libre delantera y una sección de interfaz de pivote trasera está asociada a la sección de extremo libre trasera, la sección de interfaz de pivote delantero y la sección de interfaz de pivote trasero, en la dirección longitudinal, definiendo una dimensión máxima de la interfaz de pivote de la viga longitudinal. Preferentemente, la dimensión máxima de la interfaz de pivote es del 70% al 110%, preferentemente del 80% al 105%, más preferentemente del 90% al 95%, de la longitud máxima de la viga longitudinal, logrando así un diseño muy compacto que muestra (si es que lo hace) solo un saliente longitudinal comparativamente moderado en el área en la interfaz de pivote y, por lo tanto, produce condiciones de contorno apropiadas para un flujo de material optimizado durante la fundición, lo cual es esencial en un proceso de fundición automatizado.

Con ciertas realizaciones de la invención que muestran un grado muy beneficioso de integración de la interfaz de pivote en la sección en ángulo, una sección de interfaz de pivote hacia adelante asociada a la sección del extremo libre delantero define un eje de pivote delantero para un brazo de pivote delantero, mientras que una interfaz de pivote trasera la sección asociada a la sección de extremo libre trasero define un eje de pivote trasero para un brazo de pivote trasero. El eje de pivote delantero y el eje de pivote trasero, en la dirección longitudinal, definen una distancia del eje de pivote, siendo la distancia del eje de pivote del 60% al 90%, preferentemente del 70% al 80%, más preferentemente del 72% al 78%, de la longitud máxima de la viga longitudinal.

Ha resultado que, dentro de las especificaciones de diseño aquí descritas, se puede lograr la idoneidad para la fundición automática para cuerpos de bastidor de tren de rodaje que tengan un tamaño considerable en las tres dimensiones en el espacio, en particular, no solo en el plano "horizontal" (es decir, el plano paralelo a la dirección longitudinal y la dirección transversal) sino también en la dirección de la altura. Por lo tanto, con ciertas realizaciones de la invención, en la dirección de la altura, una de las vigas longitudinales, en una sección longitudinalmente central, define una parte inferior de la viga longitudinal y una altura máxima de la viga central de la viga longitudinal por encima de la parte inferior de la viga longitudinal, mientras que una de las secciones del extremo libre de la viga longitudinal define una altura máxima de la viga por encima de la parte inferior de la viga longitudinal. La altura máxima de la viga es del 200% al 450%, preferentemente del 300% al 400%, más preferentemente del 370% al 380%, de la altura máxima de la viga central. Una dimensión de altura tan considerable de la sección de pilar facilita, entre otras cosas, una modificación de la disposición de la unidad de suspensión primaria (es decir, un cambio de la disposición horizontal conocida a una disposición inclinada) como se explicará con más detalle a continuación.

Básicamente, la suspensión primaria que actúa entre la unidad de rueda y la sección de interfaz de suspensión primaria asociada en el extremo libre respectivo de la viga longitudinal respectiva puede tener cualquier orientación deseada y adecuada en el espacio. Además, típicamente, la interfaz de suspensión primaria está configurada para tomar una fuerza de soporte resultante total que actúa sobre la sección de extremo libre cuando el cuerpo de bastidor se apoya en la unidad de rueda asociada (es decir, la fuerza es el resultado de todas las fuerzas que actúan a través de la suspensión en el extremo libre cuando el bastidor del tren de rodaje está apoyado en la unidad de rueda). En estos casos, la fuerza de soporte resultante total que actúa sobre el extremo libre respectivo puede tener cualquier orientación deseada y adecuada en el espacio. Por lo tanto, por ejemplo, la fuerza de soporte total resultante puede ser paralela con respecto a la dirección de la altura o paralela a la dirección longitudinal.

Sin embargo, con las realizaciones preferidas de la invención, la interfaz de suspensión primaria está configurada de manera que la fuerza de soporte resultante total esté inclinada con respecto a la dirección longitudinal y/o inclinada con respecto a la dirección de la altura. Una inclinación de la fuerza de soporte resultante total con respecto tanto a la dirección longitudinal como a la dirección de la altura, en particular, permite la realización de configuraciones muy beneficiosas en términos del espacio de construcción requerido, así como con respecto a aspectos de fabricación y mantenimiento. Por ejemplo, tal fuerza de soporte resultante total inclinada da la posibilidad de realizar una conexión entre el brazo de pivote y el cuerpo de bastidor en la interfaz de pivote que es autoajutable bajo carga (debido a los componentes de la fuerza resultante total que actúa en la dirección longitudinal y la dirección de la altura) mientras se desmonta fácilmente en ausencia de la carga de soporte, como se describe con mayor detalle en la solicitud de patente alemana n.º 10 2011110 090.7 en trámite (cuya descripción completa se incorpora aquí por referencia). Preferentemente, la fuerza de soporte resultante total está inclinada con respecto a dicha dirección de altura en un ángulo de suspensión primario, variando el ángulo de suspensión primario de 20° a 80°, preferentemente de 30° a 70°, más preferentemente de 40° a 50°, ya que estos valores, entre otros, son particularmente beneficiosos en términos de un diseño que ahorra espacio.

Cabe señalar que, a menos que se indique lo contrario a continuación, todas las declaraciones con respecto a la inclinación de la fuerza resultante total se refieren a un estado estático con un vehículo ferroviario parado sobre una vía recta bajo su carga nominal.

La interfaz de suspensión primaria puede tener cualquier forma deseada. Por ejemplo, se pueden realizar una o más superficies de interfaz separadas. Estas superficies de interfaz pueden tener además cualquier forma deseada, por ejemplo, una forma plana en sección, una forma curva en sección, así como una forma escalonada en sección, etc.

Con realizaciones ventajosas de la invención, la interfaz de suspensión primaria define un plano de interfaz principal, estando configurado el plano de interfaz principal para soportar al menos una fracción importante de la fuerza de soporte resultante total. El plano de interfaz principal está inclinado con respecto a la dirección longitudinal y/o inclinado con respecto a la dirección de la altura. También aquí, preferentemente, se elige una configuración inclinada con respecto a la dirección de la altura. Por lo tanto, preferentemente, el plano de interfaz principal está inclinado con respecto a la dirección de la altura por un ángulo del plano de interfaz principal, variando el ángulo del plano de interfaz principal de 20° a 80°, preferentemente de 30° a 70°, más preferentemente de 40° a 50°. Además, preferentemente, el plano de interfaz principal es sustancialmente paralelo con respecto a la dirección transversal, lo que conduce a una configuración que es muy simple de fabricar y conduce a una introducción ventajosa de las fuerzas en el cuerpo de bastidor.

Básicamente, se puede seleccionar cualquier posición relativa deseada y adecuada entre la interfaz de suspensión primaria y la interfaz de pivote. Sin embargo, preferentemente, la sección de interfaz de pivote, en la dirección

longitudinal, está dispuesta para retraerse al menos parcialmente detrás de un centro de la interfaz de suspensión primaria, lo que da como resultado un diseño muy simple de la sección de pilar que es beneficioso en muchos aspectos de fabricación, en particular, la idoneidad del cuerpo de bastidor para utilizar un proceso de fundición automatizado. Además, tal configuración es beneficiosa en términos del diseño del brazo de pivote y la introducción de las cargas de soporte en el cuerpo de bastidor.

Normalmente, un centro de una interfaz de suspensión primaria delantera y un centro de una interfaz de suspensión primaria trasera de una de las vigas longitudinales, en la dirección longitudinal, definen una distancia máxima al centro de la interfaz de suspensión primaria. Además, típicamente, una sección de interfaz de pivote delantera está asociada a la interfaz de suspensión primaria delantera y define un eje de pivote delantero para un brazo de pivote delantero, mientras que una sección de interfaz de pivote trasera está asociada a la interfaz de suspensión primaria trasera y define un eje de pivote trasero para un brazo de pivote trasero, el eje de pivote trasero y el eje de pivote trasero, en la dirección longitudinal, que definen una distancia del eje de pivote. Preferentemente, la distancia del eje de pivote es del 60% al 105%, preferentemente del 70% al 95%, más preferentemente del 80% al 85%, de la longitud máxima de la viga longitudinal. Una configuración de este tipo es particularmente beneficiosa en términos del diseño del brazo de pivote y la introducción de las cargas de soporte en el cuerpo de bastidor.

Básicamente, la unidad de suspensión primaria y, en consecuencia, la interfaz de suspensión primaria puede tener cualquier forma deseada y adecuada. Por ejemplo, cualquier tipo y/o número deseado de elementos de resorte primarios puede usarse en conexión con una interfaz apropiada. Con ciertas realizaciones preferidas de la invención que tienen un diseño muy simple, la interfaz de suspensión primaria está configurada como una interfaz para un único dispositivo de suspensión primario. Preferentemente, el dispositivo de suspensión primario está formado por una única unidad de suspensión primaria, que, más preferentemente, está formada por un solo resorte de suspensión primario, lo que lleva a un diseño que es muy simple y fácil de fabricar. Se puede utilizar cualquier tipo de resorte primario. Preferentemente, debido a su diseño compacto y robusto, se utiliza una unidad de caucho-metal-resorte para el resorte primario.

La unidad de viga transversal puede tener cualquier forma y diseño deseados. Por ejemplo, puede comprender una o más vigas transversales que interconecten las dos vigas longitudinales. Una viga transversal de este tipo puede tener cualquier sección transversal deseada. Por ejemplo, tal viga transversal puede tener un diseño generalmente en forma de caja con una sección transversal cerrada o generalmente en forma de anillo. Sin embargo, se pueden elegir muchos otros tipos de vigas transversales. Por ejemplo, se puede elegir una forma de viga en I convencional.

Preferentemente, la unidad de viga transversal comprende al menos una viga transversal, definiendo la al menos una viga transversal, en un plano de sección paralelo a la dirección longitudinal y la dirección de altura, una sección transversal sustancialmente en forma de C. Un diseño abierto de este tipo tiene la ventaja de que (a pesar de la rigidez general de los materiales utilizados) la viga transversal es comparativamente blanda a la torsión, es decir, muestra una resistencia comparativamente baja contra momentos de torsión alrededor del eje transversal (en comparación con un diseño cerrado, generalmente en forma de caja y la viga transversal). Esto es particularmente ventajoso con respecto a la seguridad del descarrilamiento del tren de rodaje, ya que el propio bastidor puede proporcionar cierta deformación por torsión que tiende a igualar las fuerzas de contacto de la rueda con el carril en las cuatro ruedas.

Generalmente, se puede elegir cualquier orientación deseada de la sección transversal sustancialmente en forma de C. Esto puede realizarse, en particular, en función de la cantidad y/o de la orientación de las cargas de flexión que debe soportar la viga transversal. Preferentemente, la sección transversal sustancialmente en forma de C está dispuesta de manera que, en la dirección longitudinal, esté abierta hacia un extremo libre del cuerpo de bastidor y, en particular, sustancialmente cerrada hacia un centro del cuerpo de bastidor. Una configuración de este tipo es particularmente beneficiosa si se utilizan más de una viga transversal y se debe poner el foco en una baja rigidez a la torsión de la unidad de viga transversal.

La sección transversal sustancialmente en forma de C puede disponerse en cualquier posición transversal en la unidad de viga transversal. Preferentemente, la sección transversal en forma de C, en la dirección transversal, se extiende sobre una sección central transversal de la unidad de viga transversal, ya que en esta ubicación se puede lograr una influencia particularmente beneficiosa sobre la rigidez torsional de la unidad de viga transversal.

La sección transversal sustancialmente en forma de C puede extenderse por toda la extensión de la unidad de viga transversal en la dirección transversal. Preferentemente, la sección transversal sustancialmente en forma de C se extiende, en la dirección transversal, sobre una dimensión transversal, siendo la dimensión transversal al menos el 50%, preferentemente al menos el 70%, más preferentemente del 80% al 95%, de una distancia transversal entre líneas centrales longitudinales de las vigas longitudinales en el área de la unidad de viga transversal. De este modo, se puede conseguir una rigidez a la torsión especialmente ventajosa, incluso con un cuerpo de bastidor de hierro fundido gris de este tipo.

Con realizaciones preferidas de la invención, la al menos una viga transversal es una primera viga transversal y la unidad de viga transversal comprende una segunda viga transversal. Una configuración de este tipo tiene la ventaja de que, en comparación con una configuración con una sola viga transversal, las propiedades mecánicas pueden ajustarse más fácilmente a los requisitos del tren de rodaje específico. Preferentemente, la primera viga transversal y

la segunda viga transversal son sustancialmente simétricas con respecto a un plano de simetría paralelo a la dirección transversal y la dirección de altura, proporcionando así idénticas propiedades de funcionamiento independientemente de la dirección de desplazamiento.

5 Además, con vigas transversales que tienen secciones transversales en forma de C cuyos lados abiertos están enfrentados entre sí, el aumento de la rigidez torsional general de la unidad de viga transversal resultante del hecho de que se utilizan dos vigas transversales puede mantenerse comparativamente bajo. Esto se debe al hecho de que los lados cerrados de las dos vigas transversales (en la dirección longitudinal) se encuentran comparativamente centralizados dentro de la unidad de viga transversal, de modo que su contribución al momento de resistencia a la torsión es comparativamente baja.

10 Además, preferentemente, la primera viga transversal y la segunda viga transversal están separadas, en la dirección longitudinal, por un espacio que tiene una dimensión de espacio longitudinal. Un espacio de este tipo entre las dos vigas transversales tiene la ventaja de que la resistencia a la flexión en el plano de extensión principal de las dos vigas aumenta sin aumentar la masa del cuerpo de bastidor, de modo que se consigue una configuración comparativamente ligera. Además, dicho espacio está disponible para recibir otros componentes del tren de rodaje, lo que es particularmente beneficioso en los vehículos ferroviarios modernos con sus severas limitaciones en cuanto al espacio de construcción disponible.

15 La dimensión del espacio longitudinal se puede seleccionar según se desee. Preferentemente, la dimensión del espacio longitudinal es del 70% al 120%, preferentemente del 85% al 110%, más preferentemente del 95% al 105%, de una dimensión longitudinal mínima de una de las vigas transversales en la dirección longitudinal, logrando así una configuración bien equilibrada que muestra una rigidez a la torsión comparativamente baja (en la dirección transversal) y una rigidez a la flexión comparativamente alta (en la dirección de la altura).

20 La primera y la segunda viga transversal pueden tener cualquier forma general deseada. Preferentemente, la primera viga transversal y la segunda viga transversal definen, cada una, una línea central de la viga transversal, teniendo al menos una de las líneas centrales de la viga transversal, al menos en sección, una forma generalmente curvada o poligonal en un primer plano paralelo a la dirección longitudinal y la dirección transversal y/o un segundo plano paralelo a la dirección transversal y la dirección de la altura. Tales formas generalmente curvas o poligonales de las líneas centrales de la viga transversal tienen la ventaja de que la forma de la viga transversal puede adaptarse a la distribución de las cargas que actúan sobre la viga transversal respectiva, dando como resultado una distribución comparativamente suave de las tensiones dentro de la viga transversal y, en última instancia, en un cuerpo de bastidor comparativamente ligero y optimizado para la tensión.

25 Con ciertas realizaciones preferidas de la invención, la unidad de viga transversal es una unidad de cintura local, en particular, una unidad de cintura central, teniendo la unidad de viga transversal una sección de cintura que define una dimensión longitudinal mínima de la unidad de viga transversal en la dirección longitudinal. Una configuración de cintura de este tipo, entre otras, es ventajosa en términos de la baja rigidez a la torsión del cuerpo de bastidor en la dirección transversal.

30 Generalmente, la extensión de la cintura puede elegirse en función de las propiedades mecánicas, en particular, la rigidez a la torsión que se desea lograr. Preferentemente, la dimensión longitudinal mínima de la unidad de viga transversal es del 40% a 90%, preferentemente del 50% al 80%, más preferentemente del 60% al 70%, de una dimensión longitudinal máxima de la unidad de viga transversal en la dirección longitudinal, la máxima dimensión longitudinal, en particular, se define en una unión de la unidad de viga transversal y una de las vigas longitudinales.

35 En las realizaciones ventajosas de la invención, la sección de extremo libre, en una sección alejada de la interfaz de resorte primaria, forma una interfaz de tope para un dispositivo de tope. Preferentemente, el dispositivo de tope es un dispositivo de tope rotacional y/o un dispositivo de tope longitudinal, que también puede estar adaptado para formar un enlace de tracción entre el cuerpo de bastidor y un componente, en particular, un travesaño o un cuerpo de vagón, apoyado en el cuerpo de bastidor. Se apreciará que tal configuración es particularmente beneficiosa, ya que proporciona un alto grado de integración funcional que conduce a un diseño general comparativamente ligero.

40 La presente invención se refiere además a una unidad de vehículo ferroviario que comprende un primer bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la invención soportado sobre dos unidades de ruedas mediante unidades de resorte primarias y brazos de pivote conectados al primer bastidor del tren de rodaje para formar un primer tren de rodaje. Sobre el cuerpo de bastidor puede apoyarse otro componente de vehículo ferroviario, siendo el componente de vehículo ferroviario, en particular, un travesaño o un cuerpo de vagón.

45 Se apreciará que, de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, el cuerpo de bastidor puede formarse como un componente estandarizado que puede usarse para diferentes tipos de tren de rodaje. La personalización del cuerpo de bastidor respectivo al tipo específico de tipo de tren de rodaje se puede lograr mediante componentes específicos de tipo adicionales montados en el cuerpo de bastidor estandarizado. Este enfoque es muy ventajoso en términos de su impacto comercial. Esto se debe al hecho de que, además de los ahorros considerables logrados debido al proceso de fundición automatizado, solo se debe fabricar un solo tipo de cuerpo de bastidor, lo que trae consigo una reducción adicional considerable de costos.

Por lo tanto, preferentemente, la unidad de vehículo ferroviario comprende un segundo bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la invención soportado sobre dos unidades de ruedas mediante unidades de resorte primarias y brazos de pivote conectados al segundo bastidor de tren de rodaje para formar un segundo tren de rodaje. El primer tren de rodaje puede ser un tren de rodaje accionado que comprende una unidad de accionamiento, mientras que el segundo tren de rodaje puede ser un tren de rodaje no accionado que no tiene unidad de accionamiento. Preferentemente, al menos el cuerpo de bastidor del primer bastidor del tren de rodaje y el cuerpo de bastidor del segundo bastidor del tren de rodaje son sustancialmente idénticos.

Cabe señalar en este contexto que la personalización del tren de rodaje a un tipo o función específicos sobre la base de cuerpos de bastidor idénticos no se limita a una diferenciación en términos de trenes de rodaje accionados y no accionados. Se puede utilizar cualquier otro componente funcional para lograr una diferenciación funcional correspondiente entre tales trenes de rodaje sobre la base de cuerpos de bastidor idénticos estandarizados.

Finalmente, la presente invención se refiere a un método para producir un bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la invención, en el que el cuerpo de bastidor se moldea en una sola etapa, en particular, en un proceso de fundición automatizado.

Otras realizaciones de la presente invención resultarán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes y la siguiente descripción de realizaciones preferidas que se refiere a las figuras adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista lateral esquemática de una parte de una realización preferida de un vehículo ferroviario de acuerdo con la presente invención con una realización preferida de una unidad de tren de rodaje de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de cuerpo de bastidor de la unidad de tren de rodaje de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista esquemática en sección del cuerpo de bastidor de la Figura 2 a lo largo de la línea III-III de la Figura 1.

La Figura 4 es una vista esquemática frontal del cuerpo de bastidor de la Figura 2.

La Figura 5 es una vista esquemática en sección de una parte de la unidad de tren de rodaje a lo largo de la línea V-V de la Figura 1.

La Figura 6 es una vista esquemática superior de la unidad de tren de rodaje de la Figura 1.

Descripción detallada de la invención

Con referencia a las Figuras 1 a 6, se describirá ahora con mayor detalle una realización preferida de un vehículo ferroviario 101 de acuerdo con la presente invención, que comprende una realización preferida de un tren de rodaje 102 de acuerdo con la invención. Para simplificar las explicaciones que se dan a continuación, se ha introducido un sistema de coordenadas xyz en las figuras, en el que (en una pista T recta y nivelada) el eje x designa la dirección longitudinal del vehículo ferroviario 101, el eje y designa la dirección transversal del vehículo ferroviario 101 y el eje z designa la dirección de la altura del vehículo ferroviario 101 (lo mismo, por supuesto, se aplica al tren de rodaje 102). Se apreciará que todas las declaraciones hechas a continuación con respecto a la posición y orientación de los componentes del vehículo ferroviario, a menos que se indique lo contrario, se refieren a una situación estática con el vehículo ferroviario 101 parado sobre una vía recta a nivel bajo carga nominal.

El vehículo 101 es un vehículo ferroviario de suelo bajo, tal como un tranvía o similar. El vehículo 101 comprende un cuerpo de vagón 101.1 soportado por un sistema de suspensión en el tren de rodaje 102. El tren de rodaje 102 comprende dos unidades de ruedas en forma de conjuntos de ruedas 103 que soportan un bastidor de tren de rodaje 104 a través de una unidad de resorte primaria 105. El bastidor de tren de rodaje 104 soporta el cuerpo del vagón a través de una unidad de resorte secundaria 106.

El bastidor del tren de rodaje 104 tiene un cuerpo de bastidor 107 que comprende dos vigas longitudinales 108 y una unidad de viga transversal 109 que proporciona una conexión estructural entre las vigas longitudinales 108 en la dirección transversal, de modo que se forma una configuración sustancialmente en forma de H. Cada viga longitudinal 108 tiene dos secciones de extremo libre 108.1 y una sección central 108.2. La sección central 108.2 está conectada a la unidad de viga transversal 109, mientras que las secciones de extremo libre 108.1 forman una interfaz de suspensión primaria 110 para un dispositivo de suspensión primaria 105.1 de la unidad de suspensión primaria 105 conectada a la unidad de rueda 103 asociada. En el presente ejemplo, se utiliza un resorte de caucho-metal compacto y robusto para el dispositivo de resorte primario 105.1.

Cada viga longitudinal 108 tiene una sección en ángulo 108.3 asociada a una de las secciones de extremo libre 108.1. Cada sección en ángulo 108.3 está dispuesta de manera que la sección de extremo libre 108.1 forme una sección de pilar que se extiende principalmente en la dirección de la altura. Por lo tanto, básicamente, el cuerpo de bastidor 107

tiene una geometría comparativamente compleja, generalmente tridimensional.

Cada viga longitudinal 108 tiene una sección de interfaz de pivote 111 asociada a la sección de extremo libre 108.1. La sección de interfaz de pivote 111 forma una interfaz de pivote para un brazo de pivote 112 conectado rígidamente a una unidad de cojinete del conjunto de ruedas 103.1 de la unidad de rueda 103 asociada. El brazo de pivote 112 está conectado de forma pivotante al cuerpo de bastidor 107 a través de una conexión de perno de pivote 113. La conexión de perno de pivote 113 comprende un perno de pivote 113.1 que define un eje de pivote 113.2. El perno 113.1 se inserta en rebajes coincidentes en un extremo bifurcado del brazo de pivote 112 y un rebaje de interfaz de pivote 111.1 en una orejeta 111.2 de la sección de interfaz de pivote 111 (la orejeta 111.2 se recibe entre las partes de extremo del brazo de pivote 112).

Para reducir la complejidad del cuerpo de bastidor 107, la respectiva sección de interfaz de pivote 111 está integrada en la sección en ángulo 108.3 de las vigas longitudinales 108, de modo que, no obstante, se logra una disposición muy compacta. Más precisamente, la integración de la sección de interfaz de pivote 111 en la sección en ángulo 108.3 conduce a una geometría comparativamente lisa y no ramificada del cuerpo de bastidor.

Esta disposición compacta, lisa y no ramificada, entre otras, permite formar el cuerpo de bastidor 107 como un componente de fundición monolítico. Más precisamente, el cuerpo de bastidor 107 se forma como una pieza fundida de una sola pieza en un proceso de fundición automatizado a partir de un material de hierro fundido gris. El material de hierro fundido gris tiene la ventaja de que presenta una capacidad de flujo particularmente buena durante la fundición debido a su alto contenido de carbono y, por lo tanto, conduce a un nivel muy alto de fiabilidad del proceso.

La fundición se realiza en cajas de moldeo convencionales de una línea de producción de fundición automatizada. En consecuencia, la producción del cuerpo de bastidor 107 se simplifica significativamente y se hace más rentable que en las soluciones convencionales con cuerpos de bastidor soldados. De hecho, ha resultado que (en comparación con un cuerpo de bastidor soldado convencional) se puede lograr una reducción de costes de más del 50% con un proceso de fundición automatizado de este tipo.

El material de hierro fundido gris usado en el presente ejemplo es un llamado material de fundición de hierro de grafito nodular o material de fundición de fundición de grafito esferoidal (SGI) como se especifica actualmente en la Norma Europea EN 1563. Más precisamente, se utiliza un material tal como EN-GJS-400-18U LT, que proporciona un buen compromiso entre resistencia, elongación a la fractura y tenacidad, en particular, a bajas temperaturas. Obviamente, dependiendo de los requisitos mecánicos del cuerpo de bastidor, se puede usar cualquier otro material de fundición adecuado como se describe anteriormente.

Para lograr la integración adecuada de la sección de interfaz de pivote 111 en la sección en ángulo 108.3, la sección de interfaz de pivote 111 respectiva, en la dirección longitudinal (eje x), está dispuesta para retraerse detrás de la sección de extremo libre 108.1 asociada.

En el presente ejemplo, una sección de extremo libre delantera 108.1 y una sección de extremo libre trasera 108.1 de cada viga longitudinal 108, en la dirección longitudinal, definen una longitud de viga longitudinal máxima $L_{LB,máx}$ de la viga longitudinal 108. Además, una sección de interfaz de pivote delantera 111 (asociada a la sección de extremo libre delantero 108.1) y una sección de interfaz de pivote trasero 111 (asociada a la sección de extremo libre trasera 108.1), en la dirección longitudinal, definen una dimensión de interfaz de pivote máxima $L_{PI,máx}$ de la viga longitudinal 108.

En el presente ejemplo, la dimensión máxima de la interfaz de pivote $L_{PI,máx}$ es aproximadamente el 92% de la longitud máxima de la viga longitudinal $L_{LB,máx}$, consiguiendo así un diseño muy compacto que no muestra ningún saliente longitudinal en el área en la interfaz de pivote 111 y, por lo tanto, produciendo condiciones de contorno apropiadas para un flujo de material optimizado durante la fundición que es esencial en el proceso de fundición automatizado utilizado.

Además, el eje de pivote delantero 113.2 (para el brazo de pivote delantero 112) y el eje de pivote trasero 113.2 (para el brazo de pivote trasero 112), en la dirección longitudinal, definen una distancia del eje de pivote L_{PA} siendo aproximadamente el 76% de la longitud máxima de la viga longitudinal $L_{LB,máx}$.

El cuerpo de bastidor 107 de la presente realización es adecuado para fundición automática a pesar de su tamaño considerable en las tres dimensiones (x, y, z) en el espacio, en particular, su tamaño considerable no solo en el plano "horizontal" (es decir, el plano xy), sino también su tamaño considerable en la dirección de la altura (eje z). Más precisamente, como puede verse en la Figura 3, en la dirección de la altura, la sección central longitudinalmente 108.2 define una parte inferior de la viga longitudinal y una altura máxima de la viga central $H_{LBC,máx}$ de la viga longitudinal 108 por encima de la parte inferior de la viga longitudinal, mientras que las secciones de extremo libre 108.1 definen una altura máxima de la viga $H_{LB,máx}$ por encima de la parte inferior de la viga longitudinal. A pesar de que la altura máxima de la viga $H_{LB,máx}$ de la presente realización es tan alta como aproximadamente el 380% de la altura máxima de la viga central $H_{LBC,máx}$, el cuerpo de bastidor 107 se puede moldear como un solo componente monolítico.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención (como puede verse, en particular, en la Figura 5) se logra una reducción considerable en el espacio de construcción (requerido para el cuerpo de bastidor 107 dentro del tren de rodaje 102) porque la interfaz de suspensión primaria 110 está configurada de manera que la fuerza de soporte

5 resultante total F_{TRS} que actúa en el área del respectivo extremo libre 108.1 (es decir, la fuerza total resultante de todas las fuerzas de soporte que actúan a través de la suspensión primaria 105 en la región del extremo libre 108.1, cuando el bastidor del tren de rodaje 104 está soportado sobre la unidad de rueda 103) es sustancialmente paralelo con respecto al plano xz, mientras que está inclinado con respecto a la dirección longitudinal (eje x) por un ángulo de suspensión primario $\alpha_{PSF,x}$ e inclinado con respecto a la dirección de la altura (eje z) por un ángulo de suspensión primario complementario

$$\alpha_{PSF,z} = 90^\circ - \alpha_{PSF,x} \quad (1)$$

10 Tal inclinación de la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} , en comparación con una configuración conocida a partir del documento DE 41 36 926 A1, permite que el dispositivo de suspensión primario 105.1 se mueva más cerca del conjunto de ruedas 103, más precisamente más cerca del eje de rotación 103.2 del conjunto de ruedas 103. Esto no solo tiene la ventaja de que la interfaz de suspensión primaria 110 también se puede disponer más cerca de la unidad de rueda, lo que claramente ahorra espacio en la parte central del tren de rodaje 102. Además, el brazo de pivote 112 conectado a la unidad de cojinete del conjunto de ruedas 103.1 puede ser de un diseño más pequeño, más ligero y menos complejo.

15 Además, tal fuerza de soporte resultante total inclinada F_{TRS} ofrece la posibilidad de realizar una conexión entre el brazo de pivote 112 y el cuerpo de bastidor 107 en la interfaz de pivote 111 que es autoajutable bajo carga (debido a los componentes de la fuerza resultante total F_{TRS} que actúan en la dirección longitudinal y en la dirección de la altura) mientras se desmonta fácilmente en ausencia de la carga de soporte F_{TRS} como se describe con mayor detalle en la solicitud de patente alemana n.º 10 2011110 090.7 en trámite (cuya divulgación completa se incorpora en el presente documento por referencia).

20 Finalmente, un diseño de este tipo tiene la ventaja de que, sobre todo debido al hecho de que la sección de interfaz de suspensión primaria 110 se acerca al conjunto de ruedas 103, facilita aún más la producción automatizada del cuerpo de bastidor 107 utilizando un proceso de fundición automatizado.

25 Aunque, básicamente, la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} puede tener cualquier inclinación deseada y adecuada con respecto a la dirección longitudinal y a la dirección de la altura, en el presente ejemplo, la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} está inclinada con respecto a la dirección longitudinal en un ángulo de suspensión primario $\alpha_{PSF,x} = 45^\circ$. En consecuencia, la fuerza de soporte resultante total está inclinada con respecto a la dirección de la altura por un ángulo de suspensión primario complementario $\alpha_{PSF,z} = 90^\circ - \alpha_{PSF,x} = 45^\circ$. Tal inclinación proporciona un diseño especialmente compacto y, por lo tanto, favorable. Además, también proporciona una introducción ventajosa de las cargas de soporte F_{TRS} del conjunto de ruedas 103 al cuerpo de bastidor 107. Finalmente, como consecuencia, la sección de pilar o sección de extremo 108.1 puede formarse en una configuración ligeramente inclinada hacia adelante que es favorable en términos de facilitar el flujo del material de colada y, por lo tanto, el uso de un proceso de colada automatizado.

35 Como puede verse además en la Figura 5, la interfaz de suspensión primaria 110 y el dispositivo de suspensión primario 105.1 están dispuestos de manera que la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} cruza un árbol de conjunto de ruedas 103.3 del conjunto de ruedas 103, lo que conduce a una introducción favorable de las cargas de soporte desde el conjunto de ruedas 103 en el dispositivo de suspensión primario 105.1 y en adelante en el cuerpo de bastidor 107. Más precisamente, la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} interseca el eje de rotación de la rueda 103.2 del árbol de la rueda 103.3.

40 Tal configuración, entre otras, conduce a un brazo de palanca comparativamente corto de la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} (por ejemplo, un brazo de palanca A_{TRS} en la ubicación del perno de pivote 113.1) y, por lo tanto, momentos de flexión comparativamente bajos que actúan en la viga longitudinal 108, lo que, a su vez, permite un diseño más ligero del cuerpo de bastidor 107.

45 Una ventaja adicional de la configuración descrita anteriormente es el hecho de que el brazo de pivote 112 puede tener un diseño muy simple y compacto. Más precisamente, en el presente ejemplo, el brazo de pivote 112 que integra la unidad de cojinete del conjunto de ruedas 103.1, aparte de la sección de extremo en horquilla (que recibe el perno de pivote 113.1) simplemente tiene que proporcionar una superficie de soporte correspondiente para el dispositivo de resorte primario 105.1 ubicado cerca de la circunferencia exterior de la unidad de cojinete del conjunto de ruedas 103.1. Por lo tanto, en comparación con las configuraciones conocidas, no son necesarios brazos complejos o similares para introducir las fuerzas de soporte en el dispositivo de resorte primario 105.1.

50 Aunque, básicamente, la interfaz de suspensión primaria 110 puede tener cualquier forma deseada, en el presente ejemplo, la interfaz de suspensión primaria 110 es una superficie plana simple 110.1 flanqueada lateralmente por dos salientes 110.2 (contra los cuales se apoyan las superficies de acoplamiento del dispositivo de suspensión primario 105.1, entre otros, con fines de centrado). La superficie plana 110.1 define un plano de interfaz principal configurado para tomar una fracción importante de la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} .

55 El plano de interfaz principal 110.1 está configurado para ser sustancialmente perpendicular a la fuerza de soporte resultante total F_{TRS} así como sustancialmente paralelo a la dirección transversal (eje y). Como consecuencia, el plano de interfaz principal 110.1 está inclinado con respecto a la dirección longitudinal e inclinado con respecto a la dirección

de la altura. Más precisamente, el plano de interfaz principal 110.1 está inclinado con respecto a la dirección de la altura por un ángulo del plano de interfaz principal

$$\alpha_{MIP,z} = 90^\circ - \alpha_{PSF,z} = \alpha_{PSF,x} \quad (2)$$

5 Por lo tanto, en el presente caso, el plano de interfaz principal 110.1 está inclinado con respecto a la dirección de la altura por un ángulo α del plano de interfaz principal $\alpha_{MIP,z} = 45^\circ$.

10 Para lograr la configuración ligeramente inclinada hacia adelante de la sección de extremo libre 108.1 y sus ventajas como se describió anteriormente, en el presente ejemplo, la sección de interfaz de pivote 111, en la dirección longitudinal, se retrae detrás de un centro 110.3 de la interfaz de suspensión primaria 110. Con este fin, en la presente realización, la distancia del eje de pivote L_{PA} es el 82% de una distancia entre centros de interfaz de suspensión primaria L_{PSIC} definida (en la dirección longitudinal) por los centros 110.3 de una interfaz de suspensión primaria delantera 110 y una interfaz de suspensión primaria trasera 110 de las vigas longitudinales 108.

15 La unidad de viga transversal 109 comprende dos vigas transversales 109.1, que están dispuestas para ser sustancialmente simétricas entre sí con respecto a un plano de simetría paralelo al plano yz y dispuestas centralmente dentro del cuerpo de bastidor 107. Las vigas transversales 109.1 (en la dirección longitudinal) están separadas por un hueco 109.5.

20 Como puede verse en la Figura 3, cada viga transversal 109.1, en un plano de sección paralelo al plano xz, tiene una sección transversal sustancialmente en forma de C con una pared interior 109.2, una pared superior 109.3 y una pared inferior 109.4. La sección transversal en forma de C está dispuesta de tal manera que, en la dirección longitudinal, está abierta hacia el extremo libre (ubicado más cerca) del cuerpo de bastidor 107, mientras que está sustancialmente cerrada por la pared interior 109.2 ubicada adyacente al centro del cuerpo de bastidor 107. En otras palabras, los lados abiertos de las vigas transversales 109.1 están enfrentados entre sí.

25 Un diseño tan abierto de la viga transversal 109.1 tiene la ventaja de que (a pesar de la rigidez general de los materiales utilizados) no solo la viga transversal individual 109.1 es comparativamente blanda a la torsión, es decir, muestra una resistencia comparativamente baja contra momentos de torsión alrededor del eje transversal y (en comparación con un diseño cerrado, generalmente en forma de caja, de la viga transversal). Lo mismo se aplica a la unidad de viga transversal 109 en su conjunto, ya que las paredes internas 109.2 (en la dirección longitudinal) están ubicadas comparativamente centralmente dentro de la unidad de viga transversal 109, de modo que su contribución al momento de resistencia a la torsión alrededor del eje transversal y es comparativamente bajo.

30 Además, el hueco 109.5, en un área central del cuerpo de bastidor 107, tiene una dimensión de hueco longitudinal máxima $L_{G,m\acute{a}x}$, que es aproximadamente el 100% de una dimensión longitudinal mínima $L_{TB,min}$ de una de las vigas transversales 109.1 en la dirección longitudinal (en el área central del cuerpo de bastidor 107). El hueco 109.5 tiene la ventaja de que la resistencia a la flexión en el plano de extensión principal de las dos vigas transversales 109.1 (paralelas al plano xy) se incrementa sin aumentar la masa del cuerpo de bastidor 107, de modo que se logra una configuración comparativamente ligera.

35 Además, el hueco 109.5 está fácilmente disponible para recibir otros componentes del tren de rodaje 102 (tal como un amortiguador transversal 114 como se muestra en la Figura 6), lo que es particularmente beneficioso en vehículos ferroviarios modernos con sus severas limitaciones con respecto al espacio de construcción disponible.

40 La sección transversal en forma de C se extiende sobre una sección central transversal de la unidad de viga transversal 109, ya que, en esta ubicación, se logra una influencia particularmente beneficiosa sobre la rigidez torsional de la unidad de viga transversal. En la presente realización, la sección transversal sustancialmente en forma de C se extiende sobre toda la extensión de la unidad de viga transversal en la dirección transversal (es decir, desde una viga longitudinal 108 a la otra viga longitudinal 108). Por lo tanto, en el presente ejemplo, la sección transversal en forma de C se extiende sobre una dimensión transversal W_{TBC} , que es el 85% de una distancia transversal W_{LBC} entre las líneas centrales longitudinales 108.4 de las vigas longitudinales 108 en el área de la unidad de viga transversal 109. De este modo, se puede conseguir una rigidez a la torsión especialmente ventajosa, incluso con un cuerpo de bastidor de hierro fundido gris de este tipo 107.

45 En lo que respecta a la extensión en la dirección transversal, lo mismo (que para la sección transversal en forma de C) también se aplica a la extensión del hueco 109.5. Además, debe tenerse en cuenta que la dimensión del espacio longitudinal no tiene que ser necesariamente la misma a lo largo de la dirección transversal. Se puede elegir cualquier anchura del hueco deseada según sea necesario.

50 En el presente ejemplo, cada viga transversal 109.1 define una línea central de la viga transversal 109.6, que tiene una forma generalmente curvada o poligonal en un primer plano paralelo al plano xy y en un segundo plano paralelo al plano yz. Tales formas generalmente curvas o poligonales de las líneas centrales de la viga transversal 109.6 tienen la ventaja de que la forma de la respectiva viga transversal 109.1 está adaptada a la distribución de las cargas que actúan sobre la respectiva viga transversal 109.1, dando como resultado una distribución comparativamente suave de las tensiones dentro la respectiva viga transversal 109.1 y, en última instancia, en un cuerpo de bastidor 107 comparativamente ligero y optimizado para tensiones.

5 Como consecuencia, como puede verse en las Figuras 2 y 6, la unidad de viga transversal 109 es una unidad de cintura central con una sección central de cintura 109.7 que define una dimensión longitudinal mínima de la unidad de viga transversal $L_{TBU,min}$ (en la dirección longitudinal) que, en el presente ejemplo, es el 65% de una dimensión longitudinal máxima de la unidad de viga transversal $L_{TBU,max}$ (en la dirección longitudinal). Esta dimensión longitudinal máxima, en el presente ejemplo, se define en la unión de la unidad de viga transversal 109 y las vigas longitudinales 108.

10 Generalmente, la extensión de la cintura de la unidad de viga transversal 109 puede elegirse en función de las propiedades mecánicas del cuerpo de bastidor 107 (en particular, la rigidez torsional del cuerpo de bastidor 107) a conseguir. En cualquier caso, con el diseño de la unidad de viga transversal como se describe en el presente documento, se logra una configuración bien equilibrada que muestra tanto una rigidez torsional comparativamente baja (alrededor de la dirección transversal) como una rigidez a la flexión comparativamente alta (alrededor de la dirección de la altura). Esta configuración es particularmente ventajosa con respecto a la seguridad de descarrilamiento del tren de rodaje 102, ya que el bastidor del tren de rodaje 104 es capaz de proporcionar cierta deformación torsional que tiende a igualar las fuerzas de contacto de la rueda con el carril en las cuatro ruedas de los conjuntos de ruedas 15 103.

20 Y puede verse además en las Figuras 3 y 6, en el presente ejemplo, la sección de extremo libre 108.1, en una sección orientada en dirección opuesta a la interfaz de resorte primaria 110, forma una interfaz de tope para un dispositivo de tope 115. Los dispositivos de tope 115 integran la funcionalidad de un dispositivo de tope rotacional y un dispositivo de tope longitudinal para el cuerpo del vagón 101.1. Además, los dispositivos de tope 115 también están adaptados para formar un enlace de tracción entre el cuerpo de bastidor 107 y el cuerpo del vagón 101.1 soportado sobre el cuerpo de bastidor 107. Se apreciará que tal configuración es particularmente beneficiosa, ya que proporciona un alto grado de integración funcional que conduce a un diseño general comparativamente ligero.

25 Como puede verse en la Figura 1, el cuerpo del vagón 101.1 (más precisamente, o la misma parte del cuerpo del vagón 101.1 también apoyada en el primer tren de rodaje 102 u otra parte del cuerpo del vagón 101) está soportada en un segundo tren de rodaje adicional 116. El segundo tren de rodaje 116 es idéntico al primero tren de rodaje 102 en todas las partes descritas anteriormente. Sin embargo, mientras que el primer tren de rodaje 102 es un tren de rodaje accionado con una unidad de accionamiento (no mostrada) montada en el cuerpo de bastidor 107, el segundo tren de rodaje 116 es un tren de rodaje no accionado, que no tiene tal unidad de accionamiento montada en el cuerpo de bastidor 107.

30 Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, el cuerpo de bastidor 107 forma un componente estandarizado que se usa tanto para el primer tren de rodaje 102 como para el segundo tren de rodaje, es decir, diferentes tipos de tren de rodaje. La personalización del cuerpo de bastidor 107 respectivo al tipo específico de tipo de tren de rodaje se puede lograr mediante componentes específicos de tipo adicionales montados en el cuerpo de bastidor estandarizado 107. Este enfoque es muy ventajoso en términos de su impacto comercial. Esto se debe al hecho de que, además de los ahorros considerables logrados debido al proceso de fundición automatizado, solo se debe fabricar un solo tipo de cuerpo de bastidor 107, lo que trae consigo una reducción adicional considerable de costos.

40 Cabe señalar de nuevo en este contexto que la personalización del tren de rodaje 102, 116 a un tipo o función específicos sobre la base de cuerpos de bastidor 107 idénticos no se limita a una diferenciación en términos de trenes de rodaje accionados y no accionados. Cualquier otro componente funcional (tal como, por ejemplo, tipos específicos de frenos, sistemas de inclinación, sistemas de soporte de rodadura, tal como un dispositivo de barra estabilizadora, etc.) se puede utilizar para lograr una diferenciación funcional correspondiente entre dichos trenes de rodaje sobre la base de cuerpos de bastidor 107 idénticos estandarizados.

45 Aunque la presente invención, en lo que antecede, solo se ha descrito en el contexto de trenes de rodaje con cojinetes de conjunto de ruedas interiores, debe tenerse en cuenta que la presente invención también se puede utilizar en el contexto de los trenes de rodaje con cojinetes de conjunto de ruedas exteriores. Esto requerirá solo pequeñas modificaciones del bastidor del tren de rodaje, en particular, las vigas longitudinales, la ubicación de componentes tales como frenos magnéticos, etc. para la adaptación a diferentes anchos de vía.

50 Aunque la presente invención, en lo que antecede, solo se ha descrito en el contexto de vehículos ferroviarios de suelo bajo, se apreciará, sin embargo, que también se puede aplicar a cualquier otro tipo de vehículo ferroviario con el fin de superar problemas similares con respecto a una solución sencilla para reducir el esfuerzo de fabricación.

REIVINDICACIONES

1. Un bastidor de tren de rodaje para un vehículo ferroviario, que comprende
- un cuerpo de bastidor (107) que define una dirección longitudinal, una dirección transversal y una dirección de altura;
 - comprendiendo dicho cuerpo de bastidor (107) dos vigas longitudinales (108) y una unidad de viga transversal (109) que proporciona una conexión estructural entre dichas vigas longitudinales (108) en dicha dirección transversal, de modo que se forma una configuración sustancialmente en forma de H,
 - dicha unidad de viga transversal (109) comprende al menos una viga transversal (109.1);
 - teniendo cada viga longitudinal (108) una sección de extremo libre (108.1) que forma una interfaz de suspensión primaria (110) para un dispositivo de suspensión primaria (105.1) conectado a una unidad de rueda asociada (103);
 - teniendo cada viga longitudinal (108) una sección de interfaz de pivote (111) asociada a dicha sección de extremo libre (108.1) y formando una interfaz de pivote para un brazo de pivote (112) conectado a dicha unidad de rueda asociada (103);
 - teniendo cada viga longitudinal (108) una sección en ángulo (108.3) asociada a dicha sección de extremo libre (108.1);
 - estando dispuesta dicha sección en ángulo (108.3) de tal manera que dicha sección de extremo libre (108.1) forma una sección de pilar que se extiende al menos principalmente en dicha dirección de altura;
 - estando asociada dicha sección de interfaz de pivote (111) a dicha sección en ángulo (108.3);
 - dicha sección de interfaz de pivote (111) está integrada en dicha sección en ángulo (108.3),
 - dicho cuerpo de bastidor (107) está formado como un componente de fundición monolítico de un material de hierro fundido gris,
- caracterizado por que**
- dicha al menos una viga transversal (109.1), en un plano de sección paralelo a dicha dirección longitudinal y a dicha dirección de altura, define una sección transversal sustancialmente en forma de C.
2. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- dicho cuerpo de bastidor (107) está hecho de un material fundido de hierro de grafito esferoidal;
 - dicho material fundido de hierro de grafito esferoidal, en particular, es uno de EN-GJS-400-18U LT y EN-GJS-350-22-LT.
3. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que
- dicha sección de interfaz de pivote (111), en dicha dirección longitudinal, está dispuesta para retraerse al menos parcialmente detrás de dicha sección de extremo libre asociada (108.1);
 - definiendo una sección de extremo libre delantera (108.1) y una sección de extremo libre trasera (108.1) de una de dichas vigas longitudinales (108), en dicha dirección longitudinal, una longitud máxima de viga longitudinal de dicha viga longitudinal (108);
 - una sección de interfaz de pivote delantera (111) asociada a dicha sección de extremo libre delantera (108.1);
 - una sección de interfaz de pivote trasera (111) que está asociada a dicha sección de extremo libre trasera (108.1);
 - definiendo dicha sección de interfaz de pivote delantera (111) y dicha sección de interfaz de pivote trasera (111), en dicha dirección longitudinal, una dimensión máxima de interfaz de pivote de dicha viga longitudinal (108);
 - siendo dicha dimensión máxima de la interfaz de pivote, en particular, del 70% al 110%, preferentemente del 80% al 105%, más preferentemente del 90% al 95%, de dicha longitud máxima de la viga longitudinal.
4. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la reivindicación 3, en el que
- una sección de interfaz de pivote delantera (111) asociada a dicha sección de extremo libre delantera (108.1) define un eje de pivote delantero (113.2) para un brazo de pivote delantero (112);
 - una sección de interfaz de pivote trasera (111) asociada a dicha sección de extremo libre trasera (108.1) define un eje de pivote trasero (113.2) para un brazo de pivote trasero (112);

- definiendo dicho eje de pivote delantero (113.2) y dicho eje de pivote trasero (113.2), en dicha dirección longitudinal, una distancia del eje de pivote;
 - siendo dicha distancia del eje de pivote del 60% al 90%, preferentemente del 70% al 80%, más preferentemente del 72% al 78%, de dicha longitud máxima de viga longitudinal.
- 5 5. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que,
- en dicha dirección de altura, una de dichas vigas longitudinales (108), en una sección longitudinalmente central, define un lado inferior de la viga longitudinal y una altura máxima de la viga central de dicha viga longitudinal (108) por encima de dicha cara inferior de la viga longitudinal, y
 - una de dichas secciones de extremo libre (108.1) de dicha viga longitudinal (108) define una altura máxima de la viga por encima de dicha parte inferior de la viga longitudinal;
 - siendo dicha altura máxima de la viga del 200% al 450%, preferentemente del 300% al 400%, más preferentemente del 370% al 380%, de dicha altura máxima de la viga central.
- 10 6. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que,
- dicha interfaz de suspensión primaria (110) está configurada para soportar una fuerza de soporte resultante total que actúa sobre dicha sección de extremo libre (108.1) cuando dicho cuerpo de bastidor (107) está soportado sobre dicha unidad de rueda asociada (103);
 - estando configurada dicha interfaz de suspensión primaria (110) de manera que dicha fuerza de soporte resultante total está inclinada con respecto a dicha dirección longitudinal y/o inclinada con respecto a dicha dirección de altura;
 - estando inclinada dicha fuerza de soporte resultante total, en particular, con respecto a dicha dirección de altura en un ángulo de suspensión primario, variando dicho ángulo de suspensión primario de 20° a 80°, preferentemente de 30° a 70°, más preferentemente de 40° a 50°.
- 15 20 7. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la reivindicación 6, en el que,
- dicha interfaz de suspensión primaria (110) define un plano de interfaz principal;
 - estando configurado dicho plano de interfaz principal para soportar al menos una fracción importante de dicha fuerza de soporte resultante;
 - estando inclinado dicho plano de interfaz principal con respecto a dicha dirección longitudinal y/o inclinado con respecto a dicha dirección de altura;
 - estando inclinado dicho plano de interfaz principal, en particular, con respecto a dicha dirección de altura por un ángulo del plano de interfaz principal, variando dicho ángulo del plano de interfaz principal de 20° a 80°, preferentemente de 30° a 70°, más preferentemente de 40° a 50°;
- 25 30 siendo dicho plano de interfaz principal, en particular, sustancialmente paralelo con respecto a dicha dirección transversal.
8. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en el que,
- dicha sección de interfaz de pivote (111), en dicha dirección longitudinal, está dispuesta para retraerse al menos parcialmente detrás de un centro (110.3) de dicha interfaz de suspensión primaria (110);
 - definiendo un centro (110.3) de una interfaz de suspensión primaria delantera (110) y un centro (110.3) de una interfaz de suspensión primaria trasera (110) de una de dichas vigas longitudinales (108), en dicha dirección longitudinal, una distancia central de la interfaz de suspensión primaria;
 - estando asociada una sección de interfaz de pivote delantero (111) a dicha interfaz de suspensión primaria delantera (110) y que define un eje de pivote delantero (113.2) para un brazo de pivote delantero (112);
 - una sección de interfaz de pivote trasera (111) que está asociada a dicha interfaz de suspensión primaria trasera (110) y que define un eje de pivote trasero (113.2) para un brazo de pivote trasero (112);
 - definiendo dicho eje de pivote delantero (113.2) y dicho eje de pivote trasero (113.2), en dicha dirección longitudinal, una distancia del eje de pivote;
 - siendo dicha distancia del eje de pivote del 60% al 105%, preferentemente del 70% al 95%, más preferentemente del 80% al 85%, de dicha distancia del centro de la interfaz de suspensión primaria.
- 35 40 45

9. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que,
- dicha interfaz de suspensión primaria (110) está configurada como una interfaz para un único dispositivo de suspensión primario (105.1);
 - estando formado dicho dispositivo de suspensión primario (105.1), en particular, por una única unidad de suspensión primaria;
- 5
- estando formada dicha unidad de suspensión primaria (105.1), en particular, como un solo resorte de suspensión primario, preferentemente una unidad de caucho-metal-resorte.
10. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que,
- estando dispuesta dicha sección transversal sustancialmente en forma de C de modo que, en dicha dirección longitudinal, esté abierta hacia un extremo libre de dicho cuerpo de bastidor (107) y, en particular, sustancialmente cerrada hacia un centro de dicho cuerpo de bastidor;
- 10
- y/o
- extendiéndose dicha sección transversal sustancialmente en forma de C, en dicha dirección transversal, sobre una sección transversal central de dicha unidad de viga transversal (109);
- 15
- y/o
- extendiéndose dicha sección transversal sustancialmente en forma de C, en dicha dirección transversal, sobre una dimensión transversal, siendo dicha dimensión transversal al menos el 50%, preferentemente al menos el 70%, más preferentemente del 80% al 95%, de una distancia transversal entre líneas centrales longitudinales de dichas vigas longitudinales (108) en el área de dicha unidad de viga transversal (109).
- 20
11. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que,
- dicha al menos una viga transversal (109.1) es una primera viga transversal (109.1) y dicha unidad de viga transversal (109) comprende una segunda viga transversal (109.1);
 - siendo dicha primera viga transversal (109.1) y dicha segunda viga transversal (109.1), en particular, sustancialmente simétricas con respecto a un plano de simetría paralelo a dicha dirección transversal y dicha dirección de altura;
- 25
- estando separadas dicha primera viga transversal (109.1) y dicha segunda viga transversal (109.1), en particular, en dicha dirección longitudinal, por un hueco (109.5) que tiene una dimensión de hueco longitudinal;
 - siendo dicha dimensión del hueco longitudinal, en particular, del 70% al 120%, preferentemente del 85% al 110%, más preferentemente del 95% al 105%, de una dimensión longitudinal mínima de una de dichas vigas transversales (109.1) en dicha dirección longitudinal;
- 30
- definiendo cada una de dicha primera viga transversal (109.1) y dicha segunda viga transversal (109.1), en particular, una línea central de la viga transversal (109.6), al menos una de dichas líneas centrales de la viga transversal (109.6), al menos en sección, teniendo una forma generalmente curvada o poligonal en un primer plano paralelo a dicha dirección longitudinal y dicha dirección transversal y/o un segundo plano paralelo a dicha dirección transversal y a dicha dirección de altura.
- 35
12. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que,
- dicha unidad de viga transversal (109) es una unidad de cintura local, en particular, una unidad de cintura central;
 - teniendo dicha unidad de viga transversal (109) una sección de cintura (109.7) que define una dimensión longitudinal mínima de dicha unidad de viga transversal (109) en dicha dirección longitudinal;
 - siendo dicha dimensión longitudinal mínima de dicha unidad de viga transversal (109), en particular, del 40% al 90%, preferentemente del 50% al 80%, más preferentemente del 60% al 70%, de una dimensión longitudinal máxima de dicha unidad de viga transversal (109) en dicha dirección longitudinal, estando definida dicha dimensión longitudinal máxima, en particular, en una unión de dicha unidad de viga transversal (109) y una de dichas vigas longitudinales (108).
- 40
13. El bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que,
- dicha sección de extremo libre (108.1), en una sección alejada de dicha interfaz de resorte primaria, forma una interfaz de tope para un dispositivo de tope (115);
 - siendo dicho dispositivo de tope (115), en particular, un dispositivo de tope rotacional y/o un dispositivo de tope longitudinal;
- 45

- estando adaptado dicho dispositivo de tope (115), en particular, para formar un enlace de tracción entre dicho cuerpo de bastidor (107) y un componente, en particular, un travesaño o un cuerpo de vagón (101.1), apoyado en dicho cuerpo de bastidor (107).

14. Una unidad de vehículo ferroviario, que comprende

- 5 - una primera unidad de tren de rodaje (104) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, soportada sobre dos unidades de ruedas (103) mediante unidades de resorte primarias (105) y brazos de pivote (112) conectados a un cuerpo de bastidor (107) de dicha primera unidad de tren de rodaje (104) para formar un primer tren de rodaje (102);
- estando soportado un componente de vehículo ferroviario (101.1), en particular, sobre dicho cuerpo de bastidor (107), siendo dicho componente de vehículo ferroviario, en particular, un travesaño o un cuerpo de vagón (101.1);
- 10 - comprendiendo dicha unidad de vehículo ferroviario, en particular, una segunda unidad de tren de rodaje (104) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13 soportada sobre dos unidades de ruedas (103) mediante unidades de resorte primarias (105) y brazos de pivote (112) conectados a un cuerpo de bastidor (107) de dicha segunda unidad de tren de rodaje (104) para formar un segundo tren de rodaje (116);
- siendo dicho primer tren de rodaje (102), en particular, un tren de rodaje accionado que comprende una unidad de accionamiento, siendo dicho segundo tren de rodaje (116), en particular, un tren de rodaje no accionado que tiene una unidad sin accionamiento, siendo al menos dicho cuerpo de bastidor (107) de dicho primer bastidor de tren de rodaje (104) y dicho cuerpo de bastidor (107) de dicho segundo bastidor de tren de rodaje (104), en particular, sustancialmente idénticos.
- 15
- 20 15. Un método para producir un bastidor de tren de rodaje de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que dicho cuerpo de bastidor (107) se moldea en una sola etapa, en particular, en un proceso de fundición automatizado.

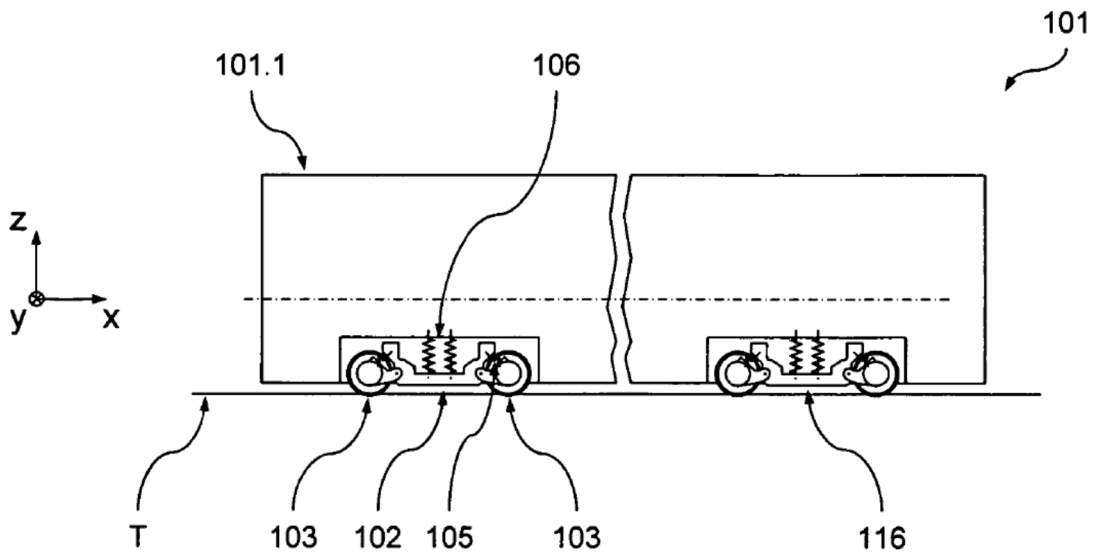


Fig. 1

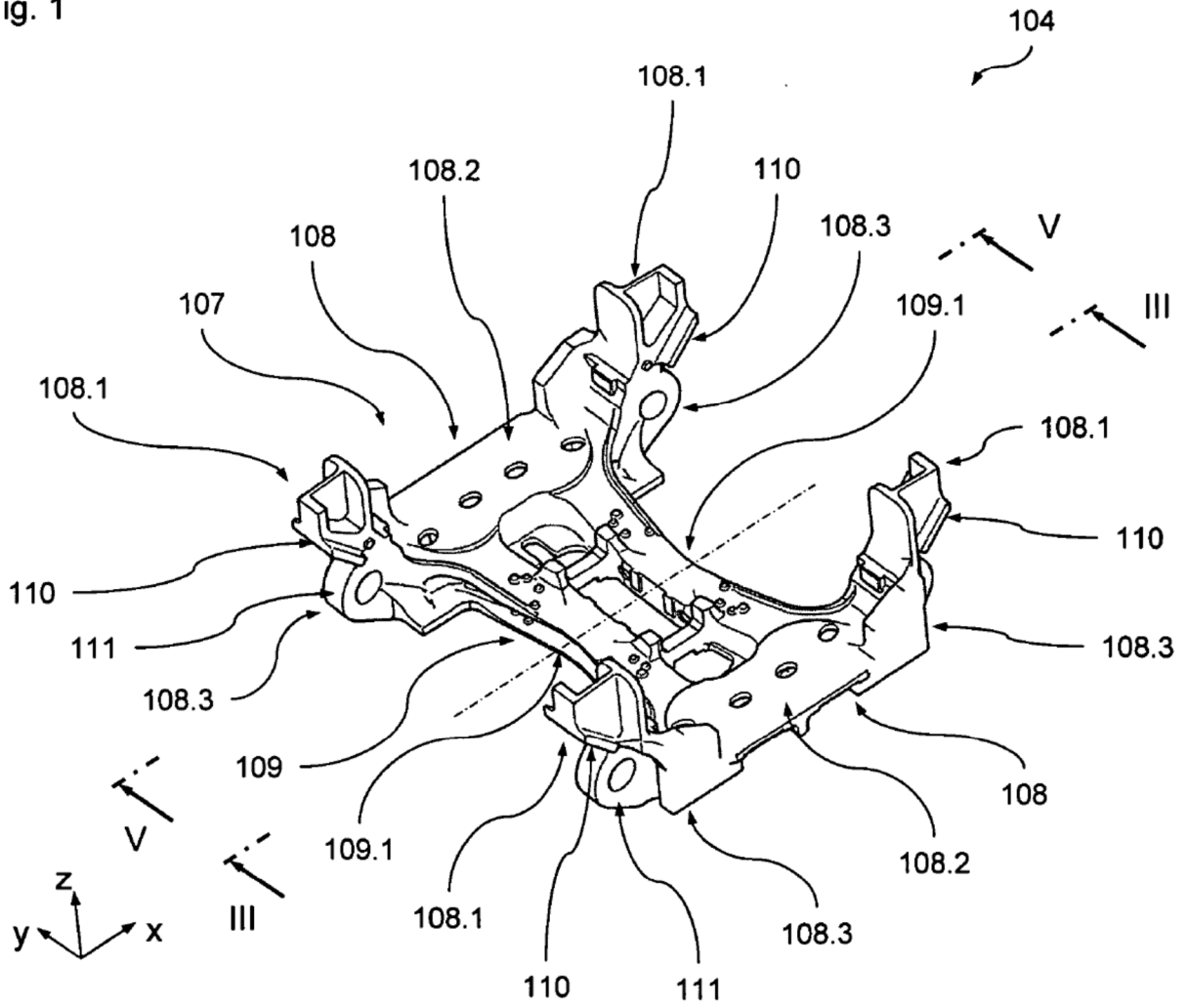


Fig. 2

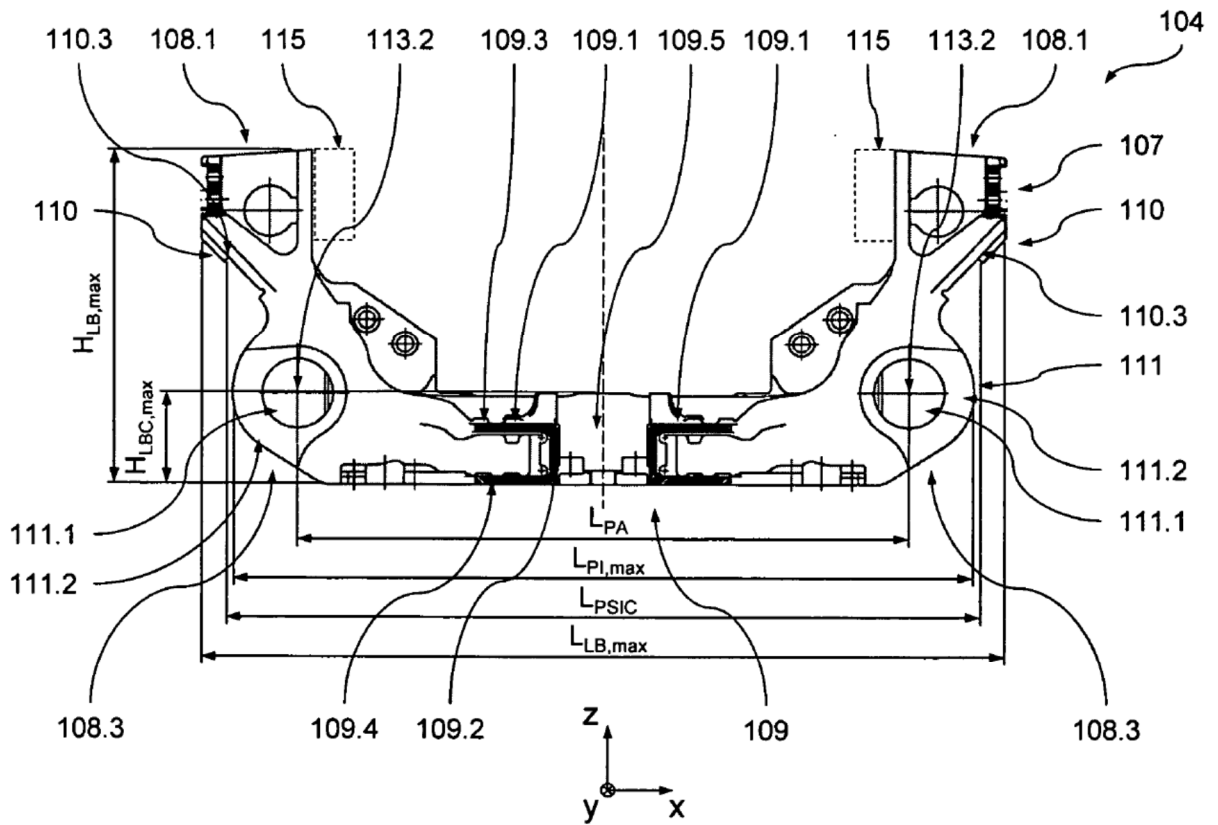


Fig. 3

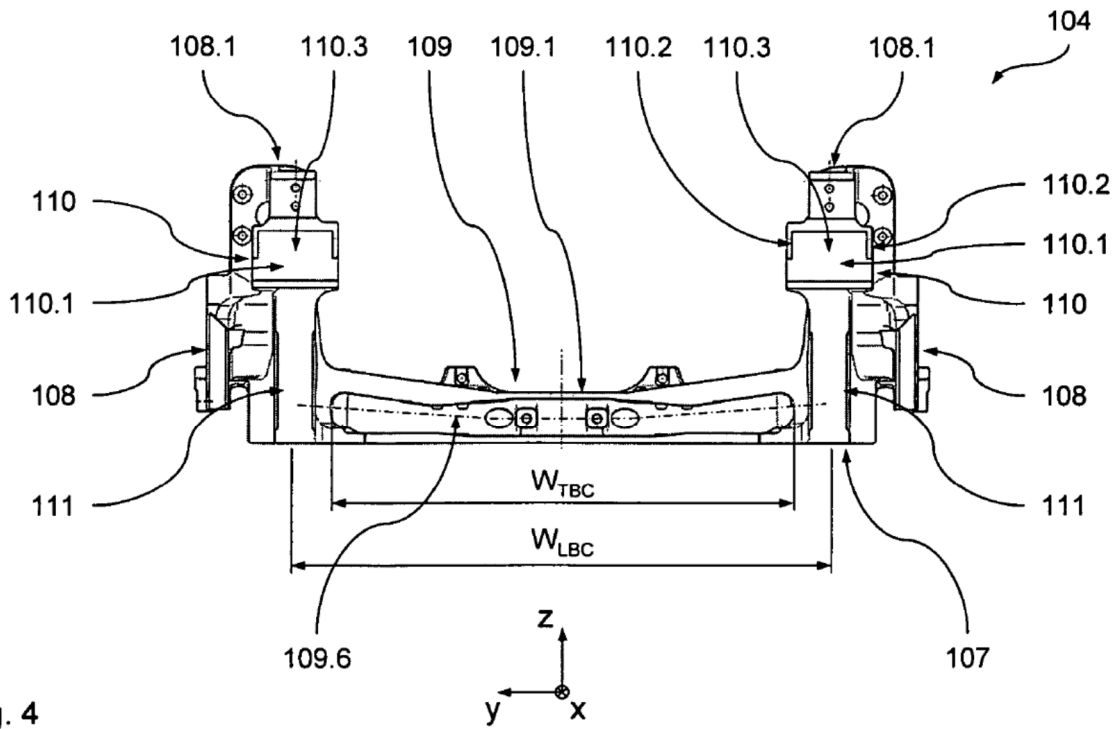


Fig. 4

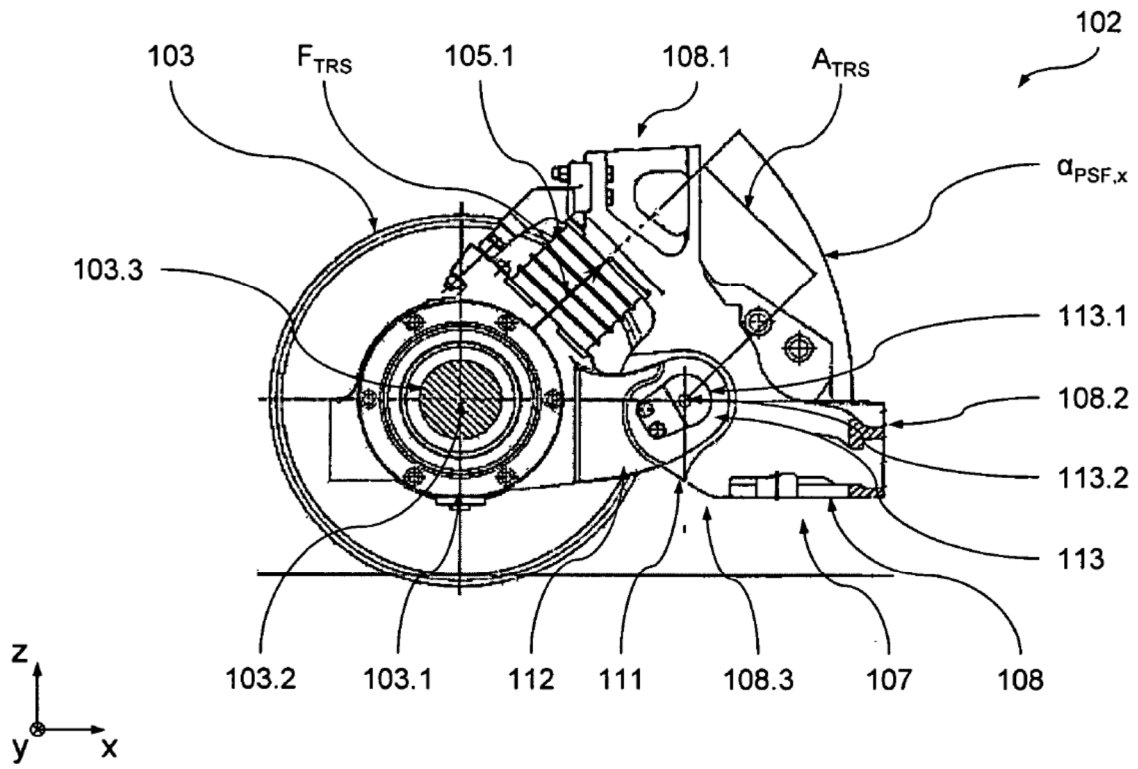


Fig. 5

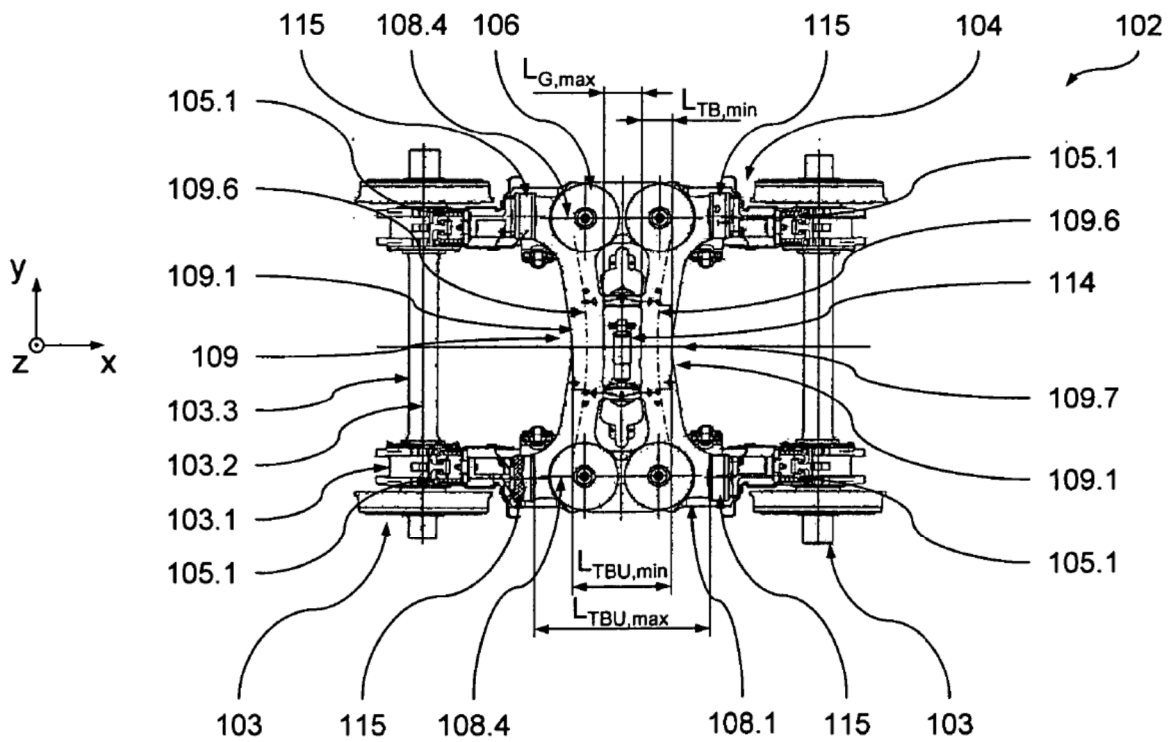


Fig. 6