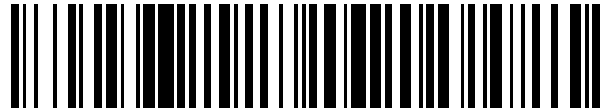


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 122**

51 Int. Cl.:

**B61F 19/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2010 E 10157308 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2013 EP 2368781**

54 Título: **Protección frente a impactos para un tren de rodadura de un vehículo sobre railes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.01.2014**

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH  
(100.0%)  
Schöneberger Ufer 1  
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**BOLBRINKER, DIRK y  
HAAS, JAN-PHILIPP**

74 Agente/Representante:

**VEIGA SERRANO, Mikel**

**ES 2 441 122 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

Protección frente a impactos para un tren de rodadura de un vehículo sobre raíles

5 **Sector de la técnica**

La invención se refiere a un tren de rodadura para un vehículo sobre raíles, en particular de un vehículo sobre raíles de alta velocidad, que comprende un conjunto de ruedas, un bastidor del tren de rodadura y un dispositivo de protección, estando soportado el bastidor del tren de rodadura sobre el conjunto de ruedas. El dispositivo de protección está conectado al bastidor del tren de rodadura por medio de una estructura de soporte y está asociado espacialmente a al menos un componente protegido del tren de rodadura. El dispositivo de protección protege una parte protegida de dicho componente protegido del tren de rodadura frente a impactos de objetos, en particular piezas de balasto, levantadas de una vía durante el funcionamiento del vehículo.

15 **Estado de la técnica**

Los vehículos sobre raíles que marchan a altas velocidades, por ejemplo, a velocidades de funcionamiento superiores a 180 km/h o más, con frecuencia se enfrentan al problema de que, por ejemplo, debido a las condiciones del flujo del aire que se desarrollan en la parte inferior del vehículo, habitualmente, en combinación con determinados sucesos o circunstancias adversas, sueltan objetos tales como, por ejemplo, piezas sueltas de balasto que se levantan de la parte de la vía actualmente usada (es decir, a lo largo de la cual se realiza el desplazamiento) y golpean componentes del vehículo, en particular, componentes del tren de rodadura.

Tales objetos, dependiendo de su velocidad relativa con respecto al vehículo, pueden no solo dañar los componentes del vehículo que estos golpean. También pueden acelerarse adicionalmente y reflejarse de vuelta hacia abajo sobre el lecho de la vía donde su energía cinética considerablemente aumentada hace finalmente que uno o más objetos, habitualmente piezas de balasto, sean levantadas y golpeen el vehículo. En resumen, esto puede conducir a un efecto de avalancha al que también se hace referencia como vuelo de balasto con un número de piezas de balasto muy aumentado que golpean los componentes de la parte inferior del vehículo en la parte posterior de un tren. Tales situaciones de vuelo de balasto pueden conducir no solo a un daño considerable del vehículo. La vía y sus alrededores también pueden verse afectados gravemente.

Con el fin de evitar tales situaciones de vuelo de balasto, en el documento US 7.605.690 B2 se ha sugerido detectar acústicamente la acumulación de vuelo de balasto en una etapa inicial, proporcionar una señal correspondiente (por ejemplo, al conductor o a un control de vehículo) y adoptar las contramedidas adecuadas tales como la reducción de la velocidad del vehículo. No obstante, en particular, sobre líneas de altas velocidades explícitas, habitualmente la reducción de la velocidad de funcionamiento del vehículo es sumamente poco deseable. Además, estas contramedidas solo pueden hacerse efectivas después de haberse producido ya un determinado número de impactos y el daño asociado a los componentes golpeados.

Como un procedimiento para tratar la parte relacionada con el vehículo del problema del vuelo de balasto, se conoce la provisión de recubrimientos protectores a los componentes del vehículo afectados (por ejemplo, de acuerdo con la norma EN 13261). No obstante, estos recubrimientos, por ejemplo, hechos de materiales sintéticos tales como poliuretano (PU), no son adecuados para resistir las altas cargas de impacto que se producen a muy altas velocidades de funcionamiento durante una cantidad de tiempo adecuada y, además, exigen un trabajo de mantenimiento exhaustivo (en particular, si se aplican como recubrimiento directamente sobre la superficie del componente de vehículo respectivo). Además, no son adecuados para resolver los problemas relacionados con el vuelo de balasto sobre el lado de la vía.

Un procedimiento adicional para tratar al menos partes del problema del vuelo de balasto ha sido sugerido en el documento WO 2006/021514 A1. Este documento divulga un tren de rodadura genérico de un vehículo sobre raíles en el que se presentan unos así denominados elementos deflectores. Se pretende que estos elementos deflectores formen una protección, protegiendo los componentes del vehículo frente a golpes por tales objetos levantados de la vía. Los elementos deflectores generalmente en forma de placa, al menos en las secciones propensas a ser golpeadas, están diseñados de manera explícita para tener una inclinación muy baja con respecto a la dirección longitudinal del tren de rodadura (es decir, la dirección de marcha del vehículo) para evitar en gran medida cualquier transferencia de energía cinética desde el vehículo al objeto que golpea, lo que, de otro modo, produciría probablemente el efecto de avalancha descrito en lo que antecede.

No obstante, esta baja inclinación de las partes de impacto relevantes de los elementos deflectores con respecto a la dirección longitudinal del tren de rodadura da como resultado un tamaño muy grande de estos elementos deflectores. Más exactamente, por ejemplo, en total, virtualmente la totalidad de la parte inferior del tren de rodadura delante de un árbol de conjunto de ruedas (que incluye la separación entre la carrocería del vagón y el boje en el área del enganche del boje) tiene que estar protegida con el fin de proteger el árbol de conjunto de ruedas. No obstante, tales dispositivos de protección grandes aumentan considerablemente la complejidad del tren de rodadura. Además, la integración de tales protecciones grandes en un tren de rodadura de alta velocidad moderno (que tiene

habitualmente muy poco espacio libre de construcción disponible) exige un esfuerzo constructivo considerable.

Por el contrario, los documentos DE 10 2006 004 814 A1 y EP 1 106 467 A1 divulgan unos dispositivos de protección con una disposición sustancialmente vertical que conduce a unas cargas de impacto de balasto indeseablemente altas sobre la protección.

### Objeto de la invención

Por lo tanto, un objeto de la invención es superar, al menos en cierta medida, las desventajas anteriores y proporcionar un tren de rodadura que, con un diseño sencillo y un coste reducido, proporcione una protección frente a impactos adecuada de los componentes del tren de rodadura mientras que, al mismo tiempo, reduzca el riesgo de vuelo de balasto.

Este y otros objetos se logran de acuerdo con la presente invención que se basa en la enseñanza técnica de que se puede lograr de un tren de rodadura que tiene un diseño simple, económico y compacto a la vez que proporciona una protección frente a impactos adecuada de los componentes del vehículo con un riesgo reducido de vuelo de balasto si el dispositivo de protección y, además o como alternativa, la estructura de soporte comprende un dispositivo de absorción de energía de impacto que absorbe una fracción notable de una energía de impacto de uno de los objetos que golpean el dispositivo de protección.

Esta absorción de energía de impacto por el propio dispositivo de protección y/o su soporte tiene la ventaja de que, por una parte, se puede seleccionar una inclinación más pronunciada con respecto a la dirección longitudinal del tren de rodadura (o el vehículo, respectivamente) para la superficie de impacto del dispositivo de protección, mientras que (gracias a la absorción de energía) la transferencia de energía a las partes que golpean el dispositivo de protección es aún aceptablemente baja (lo que reduce el riesgo de vuelo de balasto). Esto permite una configuración que ahorra más espacio que protege adecuadamente los componentes relevantes del tren de rodadura a la vez que es más fácil de integrar en un tren de rodadura moderno.

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto, la presente invención se refiere a un tren de rodadura de un vehículo sobre raíles, en particular un vehículo sobre raíles de alta velocidad, que comprende un conjunto de ruedas, un bastidor del tren de rodadura y un dispositivo de protección, estando soportado el bastidor del tren de rodadura sobre el conjunto de ruedas. El dispositivo de protección está conectado al bastidor del tren de rodadura por medio de una estructura de soporte y está asociado espacialmente a al menos un componente protegido del tren de rodadura. El dispositivo de protección protege una parte protegida del componente protegido frente a impactos de objetos, en particular piezas de balasto, levantadas de una vía usada durante el funcionamiento del vehículo. El dispositivo de protección y/o la estructura de soporte comprenden un dispositivo de absorción de energía de impacto, estando adaptado el dispositivo de absorción de energía de impacto para absorber una fracción notable de una energía de impacto de uno de los objetos que golpean el dispositivo de protección.

Además, de acuerdo con la invención, el dispositivo de protección define una superficie de impacto para los objetos, estando inclinado al menos el 50 % de la superficie de impacto, preferiblemente al menos el 80 % de la superficie de impacto, más preferiblemente al menos el 90 % de la superficie de impacto, con respecto a un eje longitudinal del tren de rodadura un ángulo de inclinación. En el presente caso, el ángulo de inclinación se encuentra en un intervalo de entre 35° y 70°, en particular entre 40° y 60°, preferiblemente entre 45° y 50°, de tal modo que se logra una configuración que, en términos comparativos, ahorra espacio, que se integra más fácilmente en el espacio por lo general estrictamente limitado disponible en el tren de rodadura.

Se apreciará que el dispositivo de protección puede ser usado para proteger cualquier componente deseado del tren de rodadura frente a tales impactos. Preferiblemente, el componente protegido es una parte del conjunto de ruedas, en particular, un árbol de conjunto de ruedas del conjunto de ruedas, debido a que, en el presente caso, el dispositivo de protección es particularmente beneficioso (considerando la considerable importancia para la seguridad de la integridad estructural del conjunto de ruedas, en particular, del árbol de conjunto de ruedas).

La cantidad de absorción de energía de impacto provista por el dispositivo de absorción de energía se puede seleccionar como una función de la probabilidad de acumulación de vuelo de balasto identificada para el vehículo específico (antes de la implementación de la presente invención). Esta probabilidad es, a su vez, entre otros, una función del rango de velocidades del vehículo que puede esperarse en unas condiciones de funcionamiento normales. En el presente caso, una magnitud relevante es la velocidad de funcionamiento máxima nominal del vehículo (es decir, la velocidad máxima que va a lograrse a lo largo de periodos más prolongados en unas condiciones de funcionamiento normales), debido a que el riesgo de acumulación de vuelo de balasto se debe mantener en un nivel aceptable también para esta velocidad de funcionamiento máxima nominal. Por lo tanto, en general, es aplicable que una velocidad de funcionamiento máxima nominal mayor exige un nivel de absorción de energía de impacto mayor.

Con realizaciones preferidas de la invención, el dispositivo de protección protege la parte protegida frente a impactos de piezas de balasto levantadas de un lecho de balasto de una vía usada durante el funcionamiento del vehículo, en

la que el lecho de balasto comprende piezas de balasto que tienen un diámetro nominal máximo y el vehículo tiene una velocidad de funcionamiento nominal máxima. Una pieza de balasto del lecho de balasto que tiene el diámetro nominal máximo define una energía de impacto nominal cuando golpea el dispositivo de protección a una velocidad de impacto relativa nominal, estando dirigida la velocidad de impacto relativa nominal exclusivamente en paralelo a la dirección longitudinal del tren de rodadura y teniendo una cantidad igual a la velocidad de funcionamiento nominal máxima del vehículo. En este caso, para lograr una reducción adecuada del riesgo de acumulación de vuelo de balasto, el dispositivo de absorción de energía de impacto está adaptado para absorber al menos el 5 % de la energía de impacto nominal, en particular al menos el 15 % de la energía de impacto nominal, preferiblemente al menos el 25 % de la energía de impacto nominal.

La absorción de energía de impacto se puede lograr en uno o más puntos adecuados de la cadena cinemática entre la superficie de impacto (golpeada por los objetos levantados) del dispositivo de protección y del bastidor del tren de rodadura. Con realizaciones preferidas del tren de rodadura de acuerdo con la invención, el dispositivo de absorción de energía de impacto comprende un primer elemento de absorción de energía de impacto dispuesto en el dispositivo de protección y formando al menos una parte de una superficie de impacto para los objetos. En casos preferiblemente simples, el primer elemento de absorción de energía de impacto puede ser un elemento en forma de placa, que es particularmente fácil de fabricar y manipular. Además, preferiblemente, el primer elemento de absorción de energía de impacto puede estar montado en el dispositivo de protección de manera que se puede liberar, lo que conduce a un bajo esfuerzo de mantenimiento.

Se apreciará que un único elemento de absorción de energía puede ser suficiente. No obstante, el mantenimiento se simplifica en gran medida y se vuelve más rentable si el dispositivo de absorción de energía de impacto comprende una pluralidad de primeros elementos de absorción de energía de impacto dispuestos en el dispositivo protegido, formando la pluralidad de primeros elementos de absorción de energía de impacto, preferiblemente, de manera conjunta, sustancialmente la totalidad de la superficie de impacto para los objetos del dispositivo de protección.

La absorción de energía de impacto se puede lograr de cualquier manera adecuada, por ejemplo, mediante la provisión de un diseño estructural específico del elemento de absorción de energía que proporciona una absorción o disipación de energía, respectivamente, por rozamiento entre componentes o partes del elemento de absorción de energía. Con otras realizaciones de la invención, el primer elemento de absorción de energía de impacto comprende un material de absorción de energía de impacto. En el presente caso, se puede elegir cualquier material adecuado que proporcione una cantidad suficiente de absorción de energía de impacto a lo largo de unos periodos lo bastante prolongados o un número suficiente de impactos individuales, respectivamente. Pueden elegirse materiales sintéticos adecuados como material de absorción de energía de impacto.

No obstante, con variantes de la invención muy beneficiosas ecológica y económicamente, se elige un material de madera, preferiblemente un material de madera laminada, como material de absorción de energía de impacto. El material de madera, aparte de sus efectos ecológicos beneficiosos, tiene la ventaja fundamental de que permite una buena absorción de energía térmica a largo plazo debido a su integridad estructural general a largo plazo mantenida a pesar de los impactos locales. A pesar de que los golpes fuertes pueden dañar de manera local el elemento de absorción de energía de impacto, la estructura de la madera fibrosa (bajo cargas predominantemente compresivas habitualmente) previene de manera beneficiosa la desintegración general rápida del elemento de absorción de energía de impacto. Esto da lugar a una vida operativa ventajosamente larga del elemento de absorción de energía de impacto.

En todo caso, se apreciará que pueden usarse también, por supuesto, combinaciones arbitrarias de diferentes materiales de absorción de energía.

Tal como se ha mencionado inicialmente, la absorción de energía permite una disposición más favorable (en particular, una mayor inclinación con respecto a la dirección longitudinal del tren de rodadura) de la superficie de impacto del dispositivo de protección. Se debe advertir que, en el sentido de la presente invención, la superficie de impacto se debe considerar la parte del dispositivo de protección que tiene una probabilidad de ser golpeada por un objeto levantado en vertical de la vía (por ejemplo, un lecho de balasto) de más del 10 % al 20 % a la velocidad de funcionamiento máxima nominal del vehículo (tal como se ha expuesto en lo que antecede).

Con otras realizaciones preferidas de la invención, al menos una parte de la absorción de energía de impacto se proporciona por medio del soporte del dispositivo de protección. Por lo tanto, con una determinada realización del tren de rodadura de acuerdo con la invención, el dispositivo de protección comprende un elemento de protección, estando el elemento de protección asociado espacialmente al componente protegido y estando conectado al bastidor del tren de rodadura por medio de un segundo elemento de absorción de energía de impacto del dispositivo de absorción de energía de impacto. Esto tiene la ventaja de que, por una parte, la absorción de energía no tiene que producirse necesariamente en la región de la superficie de impacto de tal manera que, si se desea, se puede elegir un diseño muy simple de la superficie de impacto. Además, por otra parte, puede lograrse una absorción de energía adicional en una región alejada de la superficie de impacto lo que aumenta la absorción de energía de impacto general y, finalmente, alivia cualesquiera restricciones o problemas relacionados con la absorción de energía en la región de la superficie de impacto.

5 La absorción de energía se puede lograr en cualquier lugar adecuado y de cualquier manera adecuada en la región del soporte del dispositivo de protección. Por ejemplo, uno de los componentes (por ejemplo, un elemento de soporte) de la propia estructura de soporte puede estar diseñado como elemento de absorción de energía correspondiente. Preferiblemente, el elemento de protección está conectado a un elemento de soporte de la estructura de soporte, estando dispuesto el segundo elemento de absorción de energía de impacto entre el elemento de protección y el elemento de soporte y/o entre el elemento de soporte y el bastidor del tren de rodadura.

10 Con realizaciones ventajosas de la invención, uno o más componentes del tren de rodadura, que se proporcionan alejados entre sí por otras razones funcionales, también integran la función de la estructura de soporte y/o la función del segundo elemento de absorción de energía. Por lo tanto, con determinadas realizaciones preferidas del tren de rodadura de acuerdo con la invención, la estructura de soporte comprende un brazo de soporte de un motor de impulsión que impulsa el conjunto de ruedas, formando el brazo de soporte un elemento de soporte de la estructura de soporte que soporta el dispositivo de protección. Con un diseño de este tipo, se puede lograr una configuración sumamente integrada de manera funcional.

15 La conexión entre el dispositivo de protección y la estructura de soporte se puede lograr de cualquier manera adecuada. Más precisamente, se puede elegir cualquier tipo de conexión (conexión positiva, conexión por rozamiento, conexión por adhesivo, etc.) o combinaciones arbitrarias de las mismas. Preferiblemente, se elige una configuración que proporciona una conexión a prueba de fallos en la medida en la que esta asegure el dispositivo de protección frente a desplazamientos (hasta la pérdida completa del dispositivo de protección) incluso si los elementos de fijación (tales como, habitualmente, pernos roscados, sujetadores, etc.) fallan durante el funcionamiento del vehículo.

20 Por lo tanto, preferiblemente, el dispositivo de protección comprende un elemento de protección, estando el elemento de protección asociado espacialmente al componente protegido y definiendo una primera sección de conexión que coopera con una segunda sección de conexión definida por la estructura de soporte. La primera sección de conexión y la segunda sección de conexión definen una conexión positiva, siendo la conexión positiva efectiva en una dirección de altura del tren de rodadura y/o en una dirección longitudinal del tren de rodadura, proporcionando de ese modo seguridad frente al desplazamiento en la dirección respectiva.

25 Con determinadas realizaciones preferidas de la invención, la primera sección de conexión comprende un par de primeras abrazaderas del elemento de protección y la segunda sección de conexión comprende un par de segundas abrazaderas de la estructura de soporte. Cada una de las primeras abrazaderas define un eje de primera abrazadera longitudinal, mientras que cada una de las segundas abrazaderas define un eje de segunda abrazadera longitudinal. Al menos un eje de primera abrazadera y/o al menos un eje de segunda abrazadera está inclinado con respecto a una dirección longitudinal del tren de rodadura de tal manera que se obtiene una conexión positiva de aseguramiento de una manera muy simple. Preferiblemente, al menos un eje de primera abrazadera y/o al menos un eje de segunda abrazadera está inclinado con respecto a un plano definido por una dirección longitudinal y una dirección transversal del tren de rodadura. Esto conduce a una configuración muy beneficiosa con una conexión positiva tanto en la dirección longitudinal como en la dirección de altura, que proporciona un grado de seguridad muy alto frente a desplazamientos.

30 La presente invención se refiere también a un vehículo sobre raíles, en particular a un vehículo sobre raíles de alta velocidad, que comprende una carrocería del vagón y al menos un tren de rodadura de acuerdo con la invención, estando soportada la carrocería del vagón sobre el tren de rodadura. Con un vehículo tal que se pueden realizar en la misma medida las realizaciones y ventajas definidas en lo que antecede en el contexto del tren de rodadura de acuerdo con la invención. Por lo tanto, en el presente caso hace referencia meramente a las explicaciones dadas en lo que antecede.

35 Tal como se ha mencionado inicialmente, la presente invención es particularmente efectiva en el contexto de los vehículos sobre raíles de alta velocidad. Por lo tanto, preferiblemente, se define una velocidad de funcionamiento máxima nominal para el vehículo sobre raíles, siendo la velocidad de funcionamiento máxima nominal mayor que 180 km/h, preferiblemente mayor que 200 km/h, más preferiblemente mayor que 240 km/h.

40 Realizaciones adicionales de la invención se harán evidentes de las realizaciones dependientes y de la siguiente descripción de realizaciones preferidas que se refiere a las figuras adjuntas. Todas las combinaciones de las características divulgadas, ya se hayan descrito de manera explícita o no en las reivindicaciones, están dentro del alcance de la invención.

45 **Descripción de las figuras**

50 La figura 1 es una vista lateral esquemática de una realización preferida del vehículo sobre raíles de acuerdo con la invención que comprende una realización preferida del tren de rodadura de acuerdo con la invención.

- La figura 2 es una vista desde arriba esquemática de una parte del tren de rodadura de la figura 1 (que se observa en una sección a lo largo de la línea 11-11 de la figura 1).
- La figura 3 es una representación en sección esquemática de una parte del tren de rodadura de la figura 2 (que se observa en una sección a lo largo de la línea 111-111 de la figura 2).
- 5 La figura 4 es una vista desde abajo esquemática del dispositivo de protección del tren de rodadura de la figura 3 (que se observa en la dirección de la flecha IV de la figura 3).
- La figura 5 es una vista lateral esquemática del dispositivo de protección del tren de rodadura de la figura 3 (que se observa en la dirección de la flecha V de la figura 3).
- 10 La figura 6 es una vista desde arriba esquemática del dispositivo de protección del tren de rodadura de la figura 3 (que se observa en la dirección de la flecha VI de la figura 3).
- 15 La figura 7 es una representación en sección esquemática de un detalle del tren de rodadura de la figura 2 (que se observa en una sección a lo largo de la línea VII-VII de la figura 2).

### Descripción detallada de la invención

20 A continuación se describirá una realización preferida de un vehículo 101 sobre raíles de alta velocidad de acuerdo con la invención con referencia a las figuras 1 a 7. El vehículo 101 comprende una carrocería 102 de vagón soportada en ambos de sus extremos (por medio de una suspensión secundaria) sobre una realización preferida de un tren de rodadura de acuerdo con la invención en forma de boje 103. El boje 103 pasa sobre una vía T con un lecho de balasto que comprende piezas de balasto B que tienen un diámetro máximo  $d_{\text{máx}}$  definido.

25 Con el fin de simplificar las explicaciones presentadas en lo que antecede, se ha introducido un sistema de coordenadas x, y, z en las figuras, en el que (sobre una vía recta a nivel) el eje x indica la dirección longitudinal del tren 103 de rodadura (y el vehículo 101, respectivamente), el eje y indica la dirección transversal del tren 103 de rodadura (y el vehículo 101, respectivamente) y el eje z indica la dirección de altura del tren 103 de rodadura (y el vehículo 101, respectivamente).

30 Tal como se puede ver a partir de las figuras 2 y 3 (ambas mostrando vistas de la mitad lateral de extremo del tren 103 de rodadura situado a la derecha de la figura 1) los medios comprenden un bastidor 104 del tren de rodadura soportado (de una manera convencional por medio de una suspensión secundaria) sobre los conjuntos 105 de dos ruedas. Cada conjunto 105 de ruedas comprende dos ruedas 106.1, 106.2 conectadas por un árbol 107 de conjunto de ruedas. Cada conjunto 105 de ruedas está accionado por una unidad 108 de impulsión asociada (que comprende un motor 108.1 y un engranaje 108.2) suspendida por medio de una suspensión de unidad de impulsión en el bastidor 104 del tren de rodadura.

35 El vehículo 101 tiene una velocidad de funcionamiento máxima nominal  $V_{\text{máx}}$  superior a 240 km/h de tal manera que se enfrenta al problema de vuelo de balasto tal como se ha descrito en lo que antecede. Por lo tanto, es necesario, entre otras cosas, proteger los componentes sensibles al impacto y relevantes para la seguridad del tren 103 de rodadura tal como la parte 107.1 (por lo demás desprotegida) del árbol 107 de conjunto de ruedas frente a impactos de piezas de balasto B u otros objetos levantados en la dirección de altura (dirección z) de la vía T (que comprende un lecho de balasto). Además, no solo hay necesidad de proteger los componentes del tren 103 de rodadura frente a impactos. También es deseable reducir al menos la probabilidad de una acumulación de tales situaciones de vuelo de balasto.

40 En el presente ejemplo, ambas de esas necesidades se abordan mediante un dispositivo 109 de protección íntimamente asociado espacialmente al árbol 107 de conjunto de ruedas sobre la parte lateral de extremo del árbol orientado en el sentido de alejamiento del centro del tren de rodadura. El dispositivo 109 de protección está íntimamente asociado espacialmente a la parte 107.1 libre del árbol 107 de conjunto de ruedas situado junto al motor 108.1 entre el disco 105.1 de freno y la rueda 106.1. Con el fin de simplificar las explicaciones dadas en lo que antecede, se ha introducido un sistema de coordenadas  $x_s, y_s, z_s$  en las figuras, la relación del cual con respecto al sistema de coordenadas x, y, z se puede tomar a partir de la figura 2.

45 El dispositivo 109 de protección comprende un elemento 109.1 de protección conectado al bastidor 104 del tren de rodadura por medio de una estructura de soporte en forma de brazo 108.3 de soporte. El brazo 108.3 de soporte es una parte de la suspensión que soporta el dispositivo 108 de impulsión, y, por lo tanto, integra de una manera beneficiosa y que ahorra espacio la función de soporte del dispositivo 108 de impulsión y del dispositivo 109 de protección.

50 El elemento 109.1 de protección de forma generalmente plana y de placa, sobre su lado orientado en el sentido de alejamiento del árbol 107 y hacia abajo hacia la vía T, porta una pluralidad de primeros elementos 109.2, 109.3 de absorción de energía de impacto. Los elementos 109.2, 109.3 de absorción de energía de impacto de forma generalmente plana y de placa (aparte de las pequeñas separaciones insignificantes formadas entre los mismos)

forman de manera conjunta sustancialmente la totalidad de la superficie 109.4 de impacto (que define el plano  $x_s$ ,  $y_s$ ) del dispositivo 109 de protección, es decir, la parte del dispositivo 109 de protección que tiene una probabilidad de ser golpeada por un objeto B levantado en vertical de la vía T (por ejemplo, un lecho de balasto) de más del 10 % al 20 % durante el funcionamiento normal a la velocidad de funcionamiento máxima nominal  $V_{m\acute{a}x}$  del vehículo (tal como se ha descrito en lo que antecede).

Cada primer elemento 109.2, 109.3 de absorción de energía está hecho de un material de madera preferiblemente laminada que proporciona una absorción de energía de impacto excelente y a largo plazo debido a su integridad estructural general a largo plazo mantenida a pesar de impactos locales pesados. Esta integridad estructural general a largo plazo está producida por la estructura de madera fibrosa tal como se ha descrito en lo que antecede.

Cada primer elemento 109.2, 109.3 de absorción de energía está conectado de manera que se puede liberar al elemento 109.1 de protección por medio de una pluralidad de conexiones de tornillo. Por lo tanto, está garantizado el rápido cambio del primer elemento 109.2, 109.3 de absorción de energía de impacto respectivo.

Una absorción de energía de impacto adicional es facilitada por un segundo elemento de absorción de energía de impacto en forma de soportes 110 de caucho por medio de los cuales el brazo 108.3 de soporte y otras partes de la unidad 108 de impulsión, respectivamente, se conectan elásticamente al bastidor 104 del tren de rodadura.

Por lo tanto, en la realización mostrada, en total, se logra una absorción de energía de impacto considerable y muy notable. Más precisamente, se logra una cantidad total de absorción de energía de impacto, en la que es absorbida al menos el 15 % de una energía  $E_n$  de impacto nominal de una pieza de balasto B. La energía  $E_n$  de impacto nominal está definida por una pieza de balasto B que tiene un diámetro nominal máximo  $d_{m\acute{a}x}$  (de las piezas de balasto en el lecho de balasto de la vía T) y que golpea la superficie 109.4 de impacto a una velocidad  $V_i$  de impacto relativa nominal. La velocidad  $V_i$  de impacto relativa nominal está dirigida exclusivamente en paralelo a la dirección longitudinal del tren 103 de rodadura y tiene una cantidad igual a la velocidad de funcionamiento nominal máxima  $V_{m\acute{a}x}$ .

Tal como se puede ver a partir de la figura 2, el elemento 109.1 de protección está dispuesto de tal manera que la superficie 109.4 de impacto está inclinada con respecto al eje longitudinal (eje  $x$ ) del tren 103 de rodadura un ángulo  $\alpha = 45^\circ$ , lo que tiene varias ventajas. No obstante, con otras realizaciones de la invención que tienen elementos de protección no planos y/o elementos de absorción de energía no planos (es decir, una superficie de impacto poligonal y/o curvada de manera arbitraria) al menos el 50 % (hasta al menos el 90 %) de la superficie de impacto está inclinado con respecto al eje longitudinal un ángulo de inclinación más bien pronunciado de este tipo.

Además, se apreciará que, con otras realizaciones de la invención, pueden elegirse otros ángulos  $\alpha$  de inclinación más bien pronunciados. Habitualmente, el ángulo  $\alpha$  de inclinación se encuentra en un intervalo de entre  $35^\circ$  y  $70^\circ$  y preferiblemente es, aproximadamente,  $\alpha = 45^\circ \pm 5^\circ$ . Esta disposición inclinada de forma más bien pronunciada de la superficie 109.4 de impacto tiene varias ventajas.

En primer lugar, dependiendo del ángulo de impacto (con el que el objeto B golpea la superficie 109.4 de impacto) este ángulo  $\alpha$  de inclinación produce una deflexión del objeto B que golpea en una dirección aproximadamente vertical (es decir, aproximadamente en paralelo a la dirección de altura, es decir, la dirección  $z$ ), hacia abajo sobre la vía T. El subsiguiente impacto (aproximadamente) vertical sobre la vía T tiene la ventaja de que se reduce la probabilidad de levantamiento de objetos B adicionales de la vía T en comparación con un impacto de lecho de vía con un ángulo oblicuo.

La absorción de energía de impacto provista por los primeros elementos 109.2, 109.3 de absorción de energía y el segundo elemento 110 de absorción de energía también está reduciendo de manera efectiva la probabilidad de levantamiento de objetos B adicionales de la vía T debido a que reduce la energía cinética del objeto B, de tal manera que se logra una reducción general del riesgo de acumulación de vuelo de balasto.

Además, el ángulo  $\alpha$  de inclinación (más bien pronunciado) conduce a una configuración que, en términos comparativos, ahorra espacio, del dispositivo 109 de protección con una dimensión pequeña en términos comparativos del dispositivo 109 de protección en la dirección  $x_s$  de tal manera que el dispositivo 109 de protección puede ser integrado fácilmente en el espacio por lo general estrictamente limitado disponible en el tren 103 de rodadura.

La conexión entre el dispositivo 109 de protección y el brazo 108.3 de soporte se logra por medio de un par de primeras abrazaderas 109.5 del elemento 109.1 de protección que forman una primera sección de conexión y un par de segundas abrazaderas 108.4 del brazo 108.3 de soporte que forman una segunda sección de conexión. Tal como se puede ver a partir de la figura 7, entre otras, las primeras abrazaderas 109.5 y las segundas abrazaderas 108.4 cooperan en pares de tal manera que se forma una conexión positiva, que es efectiva en la dirección de altura (dirección  $z$ ) del tren 103 de rodadura. Elementos de conexión adicionales, tales como unos pernos 111 roscados (que alcanzan unos orificios pasantes en las primeras abrazaderas 109.5 y las segundas abrazaderas 108.4) son

utilizados para asegurar el elemento 109.1 de protección al brazo 108.3 de soporte.

5 Cada una de las primeras abrazaderas 109.5 define un eje 109.6 de primera abrazadera longitudinal, mientras que cada una de las segundas abrazaderas 108.4 define un eje 108.5 de segunda abrazadera longitudinal (véase la figura 2). Los ejes 109.6, 108.5 de abrazadera están inclinados con respecto a la dirección longitudinal (dirección x) del tren 103 de rodadura de tal manera que se logra una disposición sustancialmente en forma de V de las secciones de conexión primera y segunda.

10 Esta configuración en forma de V, por una parte, tiene la ventaja de que el par de primeras abrazaderas 109.5 del elemento 109.1 de protección pueden engancharse simplemente en el par de segundas abrazaderas 108.4 (a partir del lado orientado en el sentido de alejamiento del árbol 107).

15 Por otra parte, la configuración en forma de V también puede proporcionar seguridad frente al desplazamiento del elemento 109.1 de protección en la dirección longitudinal (dirección x) en caso de fallo de los elementos 111 de conexión. Con este fin, se puede elegir una ligera inclinación (unos pocos grados, por ejemplo 5° a 10°) del plano definido por los ejes 109.6, 108.5 de abrazadera con respecto al plano xy de tal manera que, en caso de fallo de los elementos 111 de conexión, el elemento 109.1 de protección (por ejemplo bajo la influencia de las vibraciones presentes en el funcionamiento normal) pueda deslizarse hacia el árbol 107 hasta que se forma una conexión positiva entre las primeras abrazaderas 109.5 y las segundas abrazaderas 108.4 en la dirección longitudinal (dirección x).

20 No obstante, se apreciará que esta inclinación, por una parte, no tiene que estar presente necesariamente debido a que las fuerzas longitudinales generadas por los impactos pueden conducir al mismo resultado. Además, con otras realizaciones de la invención, se puede elegir una inclinación más pronunciada (por ejemplo, 30° a 45°), por ejemplo, junto con una conexión positiva entre las abrazaderas primeras y segundas en la dirección longitudinal (dirección x) ya formada en unas condiciones de funcionamiento normales.

25 Por lo tanto, en todo caso, se logra una conexión a prueba de fallos en la medida en la que esta asegure el dispositivo 109 de protección frente a su desplazamiento (hasta la pérdida completa del dispositivo 109 de protección) aún cuando los elementos 111 de conexión fallen durante el funcionamiento del vehículo.

30 Se apreciará que, en la presente realización, un dispositivo 109 de protección correspondiente está asociado al otro conjunto 105 de ruedas del tren 103 de rodadura de una manera simétrica (puntual o especular) con respecto al plano CP central longitudinal del tren 103 de rodadura, de tal manera que el vehículo 101 es adecuado para un funcionamiento bidireccional con la misma protección a sus componentes.

35 En lo que antecede, la invención ha sido descrita en el contexto de la protección del árbol 107 de conjunto de ruedas. No obstante, se apreciará que el dispositivo de protección puede ser utilizado para proteger frente a tales impactos cualquier otro componente deseado del tren 103 de rodadura. Por ejemplo, el componente protegido pueden ser otros componentes sensibles a los impactos y/o relevantes para la seguridad tales como, por ejemplo, una antena u otros componentes de un sistema de control de tren.



**REIVINDICACIONES**

1. Un tren de rodadura de un vehículo sobre raíles, en particular un vehículo sobre raíles de alta velocidad, que comprende
- 5
- un conjunto (105) de ruedas,
  - un bastidor (104) del tren de rodadura y
- 10
- un dispositivo (109) de protección;
  - soportándose dicho bastidor (104) del tren de rodadura sobre dicho conjunto (105) de ruedas;
  - conectándose dicho dispositivo (109) de protección a dicho bastidor (104) del tren de rodadura por medio de una estructura (108) de soporte y asociándose espacialmente a al menos un componente (107) protegido de dicho tren (103) de rodadura;
- 15
- protegiendo dicho dispositivo (109) de protección una parte (107.1) protegida de dicho componente (107) protegido frente a impactos de objetos (B), en particular piezas de balasto, levantadas de una vía (T) usada durante el funcionamiento de dicho vehículo; caracterizado porque
- 20
- dicho dispositivo (109) de protección y/o dicha estructura (108) de soporte comprende un dispositivo (109.2, 109.3, 110) de absorción de energía de impacto;
  - estando adaptado dicho dispositivo (109.2, 109.3, 110) de absorción de energía de impacto para absorber una fracción notable de una energía de impacto de uno de dichos objetos (B) que golpean dicho dispositivo (109) de protección;
- 25
- definiendo dicho dispositivo (109) de protección una superficie (109.4) de impacto para dichos objetos (B),
  - estando inclinado al menos el 50 % de dicha superficie (109.4) de impacto, preferiblemente al menos el 80 % de dicha superficie (109.4) de impacto, más preferiblemente al menos el 90 % de dicha superficie (109.4) de impacto, que con respecto a un eje longitudinal del tren de rodadura un ángulo de inclinación.
- 30
- dicho ángulo de inclinación se encuentra en un intervalo de entre 35° y 70°, en particular entre 40° y 60°, preferiblemente entre 45° y 50°.
- 35
2. El tren de rodadura de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho componente (107) protegido es una parte de dicho conjunto (105) de ruedas, en particular, un árbol (107) de conjunto de ruedas de dicho conjunto (105) de ruedas.
- 40
3. El tren de rodadura de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque
- dicho dispositivo (109) de protección protege dicha parte (107.1) protegida frente a impactos de piezas de balasto (B) levantadas de un lecho de balasto de una vía (T) usada durante el funcionamiento de dicho vehículo;
- 45
- comprendiendo dicho lecho de balasto piezas de balasto (B) que tienen un diámetro nominal máximo;
  - teniendo dicho vehículo una velocidad de funcionamiento nominal máxima;
- 50
- teniendo una pieza de balasto (B) de dicho lecho de balasto dicho diámetro nominal máximo que define una energía de impacto nominal cuando golpea dicho dispositivo (109) de protección a una velocidad de impacto relativa nominal, estando dirigida dicha velocidad de impacto relativa nominal exclusivamente en paralelo a una dirección longitudinal de dicho tren (103) de rodadura y teniendo una cantidad igual a dicha velocidad de funcionamiento nominal máxima de dicho vehículo;
- 55
- estando adaptado dicho dispositivo (109.2, 109.3, 110) de absorción de energía de impacto para absorber al menos el 5 % de dicha energía de impacto nominal, en particular al menos el 15 % de dicha energía de impacto nominal, preferiblemente al menos el 25 % de dicha energía de impacto nominal.
- 60
4. El tren de rodadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque
- dicho dispositivo (109.2, 109.3, 110) de absorción de energía de impacto comprende un primer elemento (109.2, 109.3) de absorción de energía de impacto dispuesto en dicho dispositivo (109) de protección y que forma al menos una parte de una superficie (109.4) de impacto para dichos objetos (B);
- 65

- siendo dicho primer elemento (109.2, 109.3) de absorción de energía de impacto, en particular, un elemento en forma de placa;

y/o

5 - estando montado dicho primer elemento (109.2, 109.3) de absorción de energía de impacto, en particular, de manera que se puede liberar en dicho dispositivo (109) de protección.

10 5. El tren de rodadura de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque

- dicho dispositivo (109.2, 109.3, 110) de absorción de energía de impacto comprende una pluralidad de primeros elementos (109.2, 109.3) de absorción de energía de impacto dispuestos en dicho dispositivo (109) de protección;

15 - formando dicha pluralidad de primeros elementos (109.2, 109.3) de absorción de energía de impacto, en particular, de manera conjunta sustancialmente la totalidad de la superficie (109.4) de impacto para dichos objetos (B) de dicho dispositivo (109) de protección.

20 6. El tren de rodadura de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque

- dicho primer elemento (109.2, 109.3) de absorción de energía de impacto comprende un material de absorción de energía de impacto;

25 - siendo dicho material de absorción de energía de impacto, en particular, un material de madera, preferiblemente un material de madera laminada.

30 7. El tren de rodadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque

- dicho dispositivo (109) de protección comprende un elemento (109.1) de protección;

- estando asociado espacialmente dicho elemento (109.1) de protección a dicho componente (107) protegido;

35 - estando conectado dicho elemento (109.1) de protección a dicho bastidor (104) del tren de rodadura por medio de un segundo elemento (110) de absorción de energía de impacto de dicho dispositivo (109.2, 109.3, 110) de absorción de energía de impacto.

40 8. El tren de rodadura de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque

- dicho elemento (109.1) de protección está conectado a un elemento (108.3) de soporte de dicha estructura (108) de soporte;

45 - estando dispuesto dicho segundo elemento (110) de absorción de energía de impacto entre dicho elemento (109) de protección y dicho elemento (108.3) de soporte y/o entre dicho elemento (108.3) de soporte y dicho bastidor (104) del tren de rodadura.

50 9. El tren de rodadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque

- dicha estructura (108) de soporte comprende un brazo (108.3) de soporte de un motor (108.1) de impulsión que impulsa dicho conjunto (105) de ruedas;

55 - formando dicho brazo (108.3) de soporte un elemento de soporte de dicha estructura (108) de soporte que soporta dicho dispositivo (109) de protección.

60 10. El tren de rodadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque

- dicho dispositivo (109) de protección comprende un elemento (109.1) de protección;

- estando asociado espacialmente dicho elemento (109.1) de protección a dicho componente (107) protegido;

65 - definiendo dicho elemento (109.1) de protección una primera sección de conexión que coopera con una segunda sección de conexión definida por dicha estructura (108) de soporte;

- definiendo dicha primera sección de conexión y dicha segunda sección de conexión una conexión positiva, siendo efectiva dicha conexión positiva en una dirección de altura de dicho tren (103) de rodadura y/o en una dirección longitudinal de dicho tren (103) de rodadura.

5 11. El tren de rodadura de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque

- dicha primera sección de conexión comprende un par de primeras abrazaderas (109.5) de dicho elemento (109.1) de protección y

10 - dicha segunda sección de conexión comprende un par de segundas abrazaderas (108.4) de dicha estructura (108) de soporte;

15 - definiendo cada una de dichas primeras abrazaderas (109.5) un eje (109.6) de primera abrazadera longitudinal;

- definiendo cada una de dichas segundas abrazaderas (108.4) un eje (108.5) de segunda abrazadera longitudinal;

20 - estando inclinados al menos un eje (109.6) de primera abrazadera y/o al menos un eje (108.5) de segunda abrazadera con respecto a una dirección longitudinal de dicho tren (103) de rodadura; y,

- en particular, estando inclinado un eje (109.6) de primera abrazadera y/o al menos un eje (108.5) de segunda abrazadera con respecto a un plano definido por una dirección longitudinal y una dirección transversal de dicho tren (103) de rodadura.

25 12. Un vehículo sobre raíles, en particular un vehículo sobre raíles de alta velocidad, que comprende

- una carrocería (102) de vagón y

30 - al menos un tren (103) de rodadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes;

- estando soportada dicha carrocería (102) de vagón sobre dicho tren (103) de rodadura.

35 13. El vehículo sobre raíles de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque

- está definida una velocidad de funcionamiento máxima nominal para dicho vehículo sobre raíles;

40 - siendo dicha velocidad de funcionamiento máxima nominal mayor que 180 km/h, siendo preferiblemente mayor que 200 km/h, siendo más preferiblemente mayor que 240 km/h.

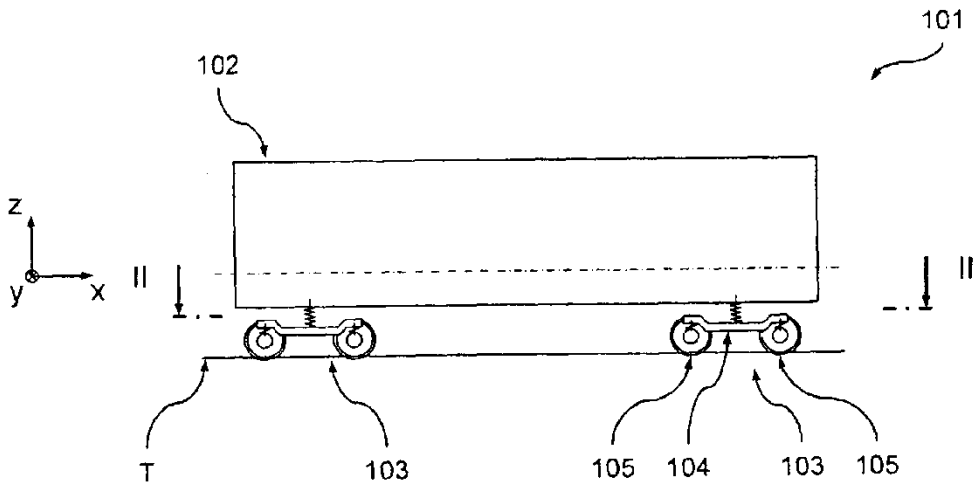


Fig. 1

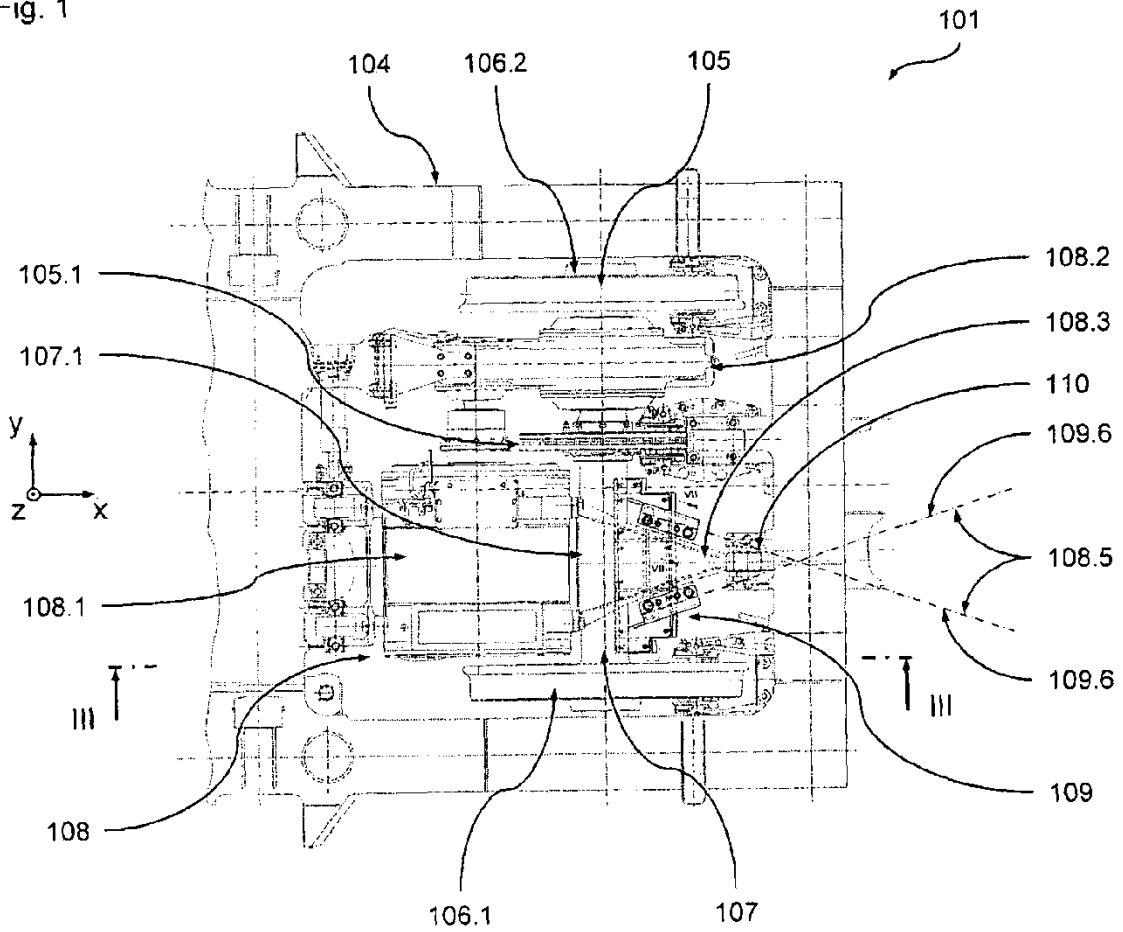


Fig. 2

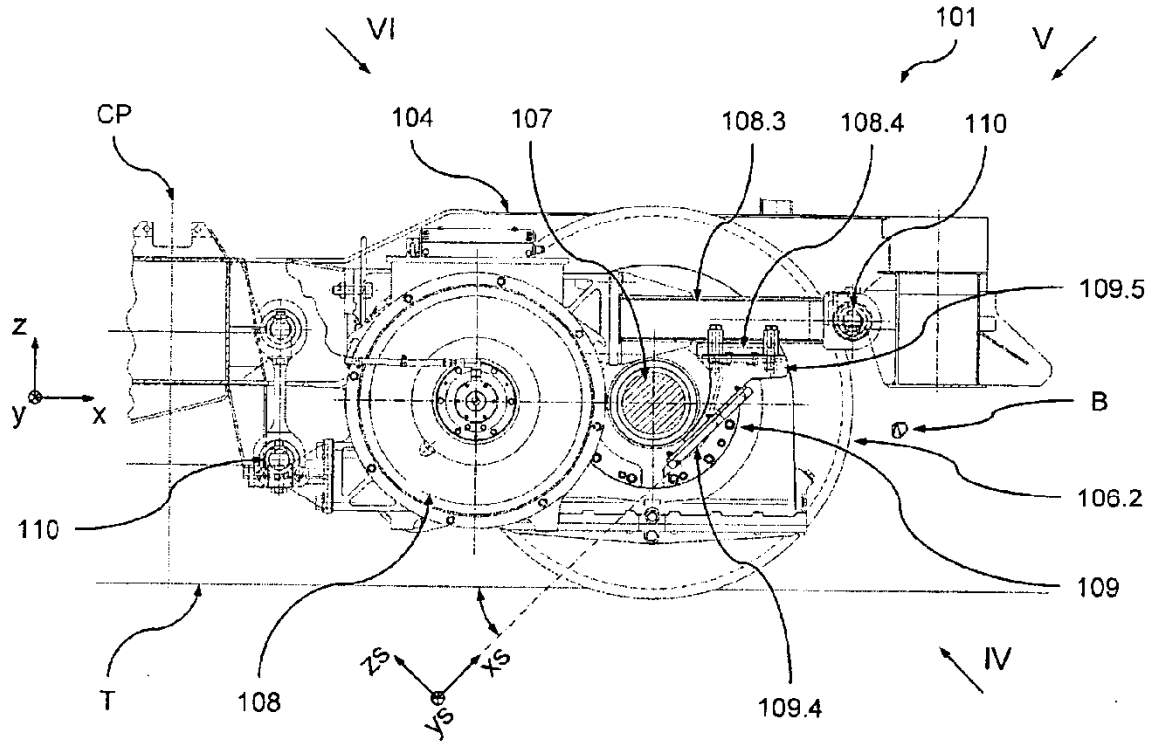


Fig. 3

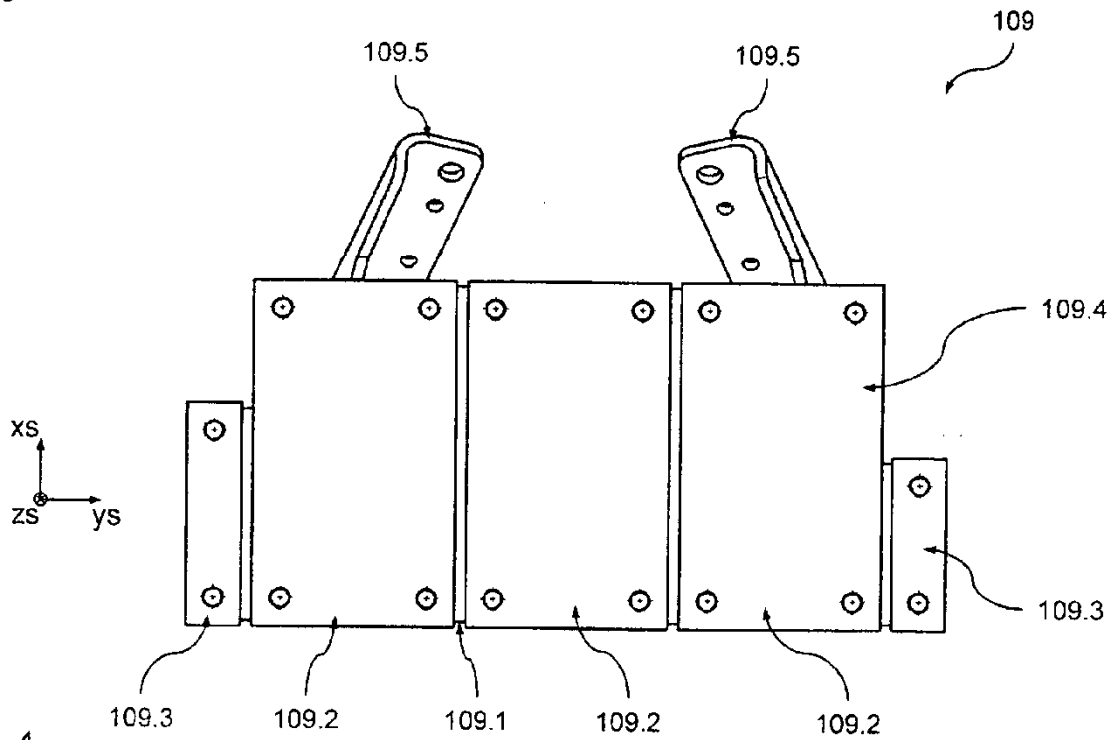


Fig. 4

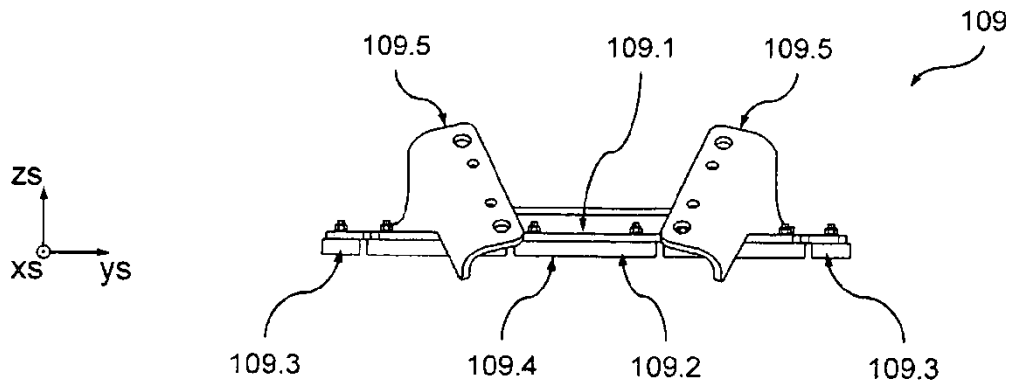


Fig. 5

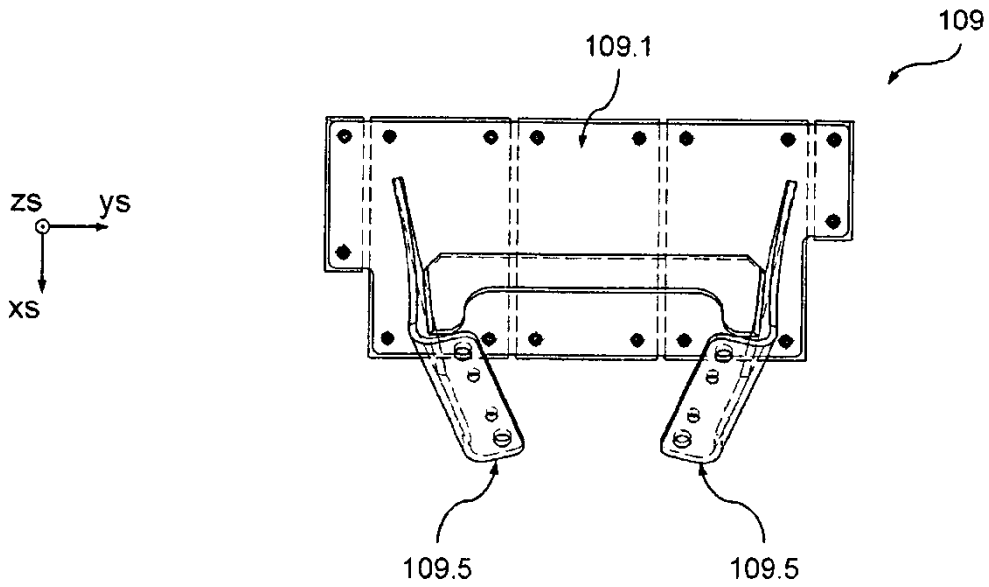


Fig. 6

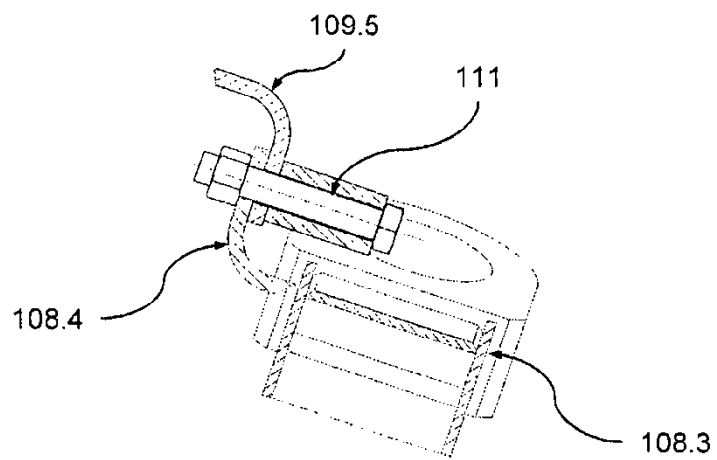


Fig. 7