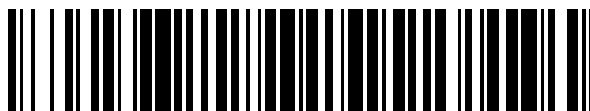


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 150**

51 Int. Cl.:

B61C 3/00 (2006.01)

B60L 5/19 (2006.01)

B60C 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2013 PCT/EP2013/068765**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14041005**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2013 E 13762789 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2895369**

54 Título: **Vehículo ferroviario con sujeción acústicamente optimizada de un dispositivo de trole**

30 Prioridad:

12.09.2012 WO PCT/EP2012/003830

12.10.2012 WO PCT/EP2012/070317

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

15.12.2020

73 Titular/es:

BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)

Eichhornstrasse 3
10785 Berlin, DE

72 Inventor/es:

TESSMER, WOLFRAM;
MAASS, JÖRG-TORSTEN;
KLOSS, ANDREAS;
KOHRs, TORSTEN y
AUGUST, PETER

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 799 150 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

Vehículo ferroviario con sujeción acústicamente optimizada de un dispositivo de trole

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un vehículo ferroviario, en particular para el transporte de alta velocidad, con una caja de coche que presenta un espacio interior y que define una dirección longitudinal del vehículo, una dirección transversal del vehículo así como una dirección en altura del vehículo, y un dispositivo de trole para su montaje en una
 10 cavidad en una zona de techo de la caja de coche. La caja de coche presenta en la zona de la cavidad una estructura de pared lateral que discurre marcadamente en la dirección en altura del vehículo y una estructura de techo que discurre en ángulo respecto a la estructura de pared lateral así como esencialmente en la dirección transversal del vehículo. El dispositivo de trole está soportado sobre la caja de coche a través de un dispositivo de viga que sobresale del dispositivo de trole en la dirección transversal del vehículo. La presente invención se refiere, además, a una
 15 correspondiente disposición de trole para un vehículo de este tipo.

Estado de la técnica

En tales vehículos ferroviarios modernos, a los que se suministra energía eléctrica desde una catenaria, tales como
 20 los conocidos, por ejemplo, por el documento FR 2 880 604 A1, que normalmente se desplazan a velocidades nominales relativamente altas, por lo general existe el problema de que en un dispositivo de trole activo se ocasionan oscilaciones tanto por las cargas aerodinámicas que actúan sobre el mismo como por las cargas de contacto con la catenaria. Estas oscilaciones se trasladan, por un lado, a través de la estructura del dispositivo de trole (en forma del denominado ruido estructural) a la estructura de techo de soporte de la caja de coche, por lo que provocan
 25 consecuentemente vibraciones en la estructura de techo. Además, las oscilaciones del dispositivo de trole provocan una emisión inmediata de ondas sonoras a la superficie del dispositivo de trole, que se propagan (en forma del denominado ruido aéreo) a la atmósfera del entorno. Una parte de estas ondas sonoras incide a su vez sobre la estructura de techo adyacente de la caja de coche y ocasiona igualmente oscilaciones en la misma. Las oscilaciones de la estructura de techo inducidas por estas dos vías se propagan a su vez en forma de ruido estructural a la estructura del vehículo y provocan, en definitiva, una generación de ruido más o menos intensa en el espacio interior del vehículo.

Los componentes del dispositivo de trole que conducen corriente deben presentar normalmente una determinada distancia mínima respecto a la estructura adyacente de la caja de coche, con el fin de evitar de manera segura una
 35 descarga de tensión sobre la estructura de la caja de coche. Para ello están previstos, en el vehículo del documento FR 2 880 604 A1, varios aisladores de altura correspondiente, a través de los cuales los componentes del trole que conducen corriente se soportan sobre el dispositivo de viga y quedan aislados eléctricamente del mismo. Este diseño condiciona, sin embargo, que el dispositivo de trole también presente, en el estado de reposo replegado, una altura constructiva relativamente grande.

A este respecto, un aislador central dispuesto en la zona del plano central longitudinal de la caja de coche y dos
 40 aisladores laterales dispuestos alineados en la dirección transversal del vehículo, a ambos lados del plano central longitudinal, forman un soporte de tres puntos. Los dos aisladores laterales soportan, a este respecto, entre otras cosas, el momento de giro oscilante que actúa alrededor del eje longitudinal del vehículo sobre el dispositivo de trole, el cual es resultado de la fuerza de contacto que actúa en el punto de contacto del frotador con la catenaria, punto de
 45 contacto que (por motivos de un desgaste lo más uniforme posible del frotador) se desplaza en vaivén en la dirección transversal del vehículo. La distancia de los aisladores laterales en la dirección transversal del vehículo se elige, en tales diseños, por lo general lo más pequeña posible, con el fin de mantener la superficie de ataque para el viento relativo y, con ello, la resistencia aerodinámica del dispositivo de trole lo más reducidas posible.

Con el fin de reducir adicionalmente las cargas aerodinámicas sobre el dispositivo de trole y la resistencia aerodinámica del vehículo, el dispositivo de trole se dispone con frecuencia en una cavidad en el techo de la caja de coche. Sin embargo, esto tiene la desventaja de que la zona de la unión mecánica del dispositivo de trole a la estructura de techo se acerca más al espacio interior del vehículo, con lo cual se intensifican —no en último término— los problemas
 50 acústicos en el espacio interior, que están condicionados por la entrada de ruido inducida por el dispositivo de trole.

Objeto la invención

La presente invención se basa, por lo tanto, en el objetivo de poner a disposición un vehículo así como una disposición de trole del tipo mencionado al principio, que no lleve consigo las desventajas anteriormente mencionadas, o al menos
 60 en menor medida, y en particular que posibilite de manera sencilla durante el funcionamiento una resistencia al flujo lo más reducida posible del vehículo con una generación de ruido lo más reducida posible en el espacio interior del vehículo.

La presente invención consigue este objetivo partiendo de un vehículo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 mediante las características indicadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

La presente invención se basa en la enseñanza técnica de que puede lograrse de manera sencilla durante el funcionamiento una resistencia al flujo lo más reducida posible del vehículo con una generación de ruido lo más reducida posible en el espacio interior del vehículo cuando el soporte del dispositivo de viga y del dispositivo de trole montado sobre el mismo tiene lugar evitando la estructura de techo que discurre esencialmente en horizontal o en perpendicular respecto a la dirección en altura del vehículo, en esencia directamente a través de la estructura de pared lateral de la caja de coche.

De este modo se mejoran, por un lado, las propiedades en relación con la introducción de ruido estructural en la estructura de la caja de coche, ya que se aumenta la anchura de soporte en el soporte del dispositivo de trole, de modo que, por ejemplo, al soportar momentos de giro alrededor del eje longitudinal del vehículo se logran fuerzas de soporte menores, que excitan la estructura de la caja de coche y, con ello, en definitiva, menores amplitudes de oscilación.

Además, el dispositivo de viga desplaza los puntos de ataque de fuerza de las fuerzas de soporte desde la zona de la estructura de techo orientada elementalmente en horizontal o en perpendicular a la dirección en altura del vehículo hacia la zona de las paredes laterales de la caja de coche que discurren por lo general elementalmente en la dirección en altura del vehículo. De este modo se consigue que las fuerzas de soporte introducidas en la estructura de pared de la caja de coche ya no se introduzcan en la estructura de techo elementalmente en perpendicular al plano de pared de la estructura de soporte, sino que actúan elementalmente en el plano de la estructura de pared lateral de soporte. Esto es ventajoso en el sentido de que se reduce la excitación de las estructuras de pared de soporte respecto a oscilaciones de flexión que son particularmente críticas desde el punto de vista acústico.

Asimismo, mediante el dispositivo de soporte que prolonga la respectiva estructura de pared lateral, el dispositivo de viga que actúa sobre el mismo y la estructura de techo situada debajo, que actúa igualmente sobre la estructura de pared lateral, se crea una estructura generalmente anular (en el plano de corte perpendicular a la dirección longitudinal del vehículo), por lo general esencialmente trapezoidal, que da lugar a una rigidización ventajosa de la estructura de la caja de coche, que compensa al menos parcialmente la debilitación estructural, causada por la cavidad, de la estructura de la caja de coche.

Esta rigidización tiene, además, la ventaja de que las frecuencias propias de la estructura global montada pueden desplazarse a intervalos de frecuencias superiores, que los pasajeros perciben como menos molestos.

Por último, con este diseño pueden mejorarse de manera sencilla, a través de un dispositivo de reducción de ruido aéreo adicional apropiado, las propiedades en relación con la introducción de ruido aéreo en la estructura de la caja de coche, al estar previsto, por ejemplo, entre el dispositivo de trole y la estructura de techo, un dispositivo de apantallamiento que sobresale lateralmente, el cual apantalla la estructura de techo en una gran superficie frente a ondas sonoras procedentes del dispositivo de trole. También de este modo pueden reducirse considerablemente las oscilaciones causadas en la estructura de techo y, con ello, la generación de ruido en el espacio interior del vehículo.

De acuerdo con un aspecto, la presente invención se refiere, por tanto, a un vehículo ferroviario, en particular para el transporte de alta velocidad, con una caja de coche que presenta un espacio interior y que define una dirección longitudinal del vehículo, una dirección transversal del vehículo así como una dirección en altura del vehículo, y un dispositivo de trole para su montaje en una cavidad en una zona de techo de la caja de coche. La caja de coche presenta en la zona de la cavidad una estructura de pared lateral que discurre marcadamente en la dirección en altura del vehículo y una estructura de techo que discurre en ángulo respecto a la estructura de pared lateral así como esencialmente en la dirección transversal del vehículo. El dispositivo de trole está soportado sobre la caja de coche a través de un dispositivo de viga que sobresale del dispositivo de trole en la dirección transversal del vehículo. El dispositivo de viga, para la reducción de una entrada de oscilaciones, inducida por el dispositivo de trole, en la estructura de techo, está soportado sobre la caja de coche a través de un dispositivo de soporte que prolonga esencialmente el curso de la estructura de pared lateral y que sobresale de la estructura de techo en la dirección en altura del vehículo. Asimismo, el dispositivo de soporte presenta, para la conexión del dispositivo de viga, una zona de conexión de viga que se sitúa en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de viga a una altura de conexión de viga por encima de un nivel de fondo que define una cara superior de la estructura de techo en el fondo de la cavidad.

El diseño del dispositivo de soporte así como el soporte o la unión del dispositivo de viga al dispositivo de soporte o a la estructura de pared lateral pueden realizarse, en principio, de cualquier manera apropiada, siempre que con ello se evite causar oscilaciones en la estructura de techo en la mayor medida de los posible, al introducirse la energía de oscilación procedente del dispositivo de viga, a ser posible sin rodeos, a través de la estructura de techo en la estructura de pared lateral.

En las variantes de la invención preferidas, por su configuración sencilla, la zona de conexión de viga define, preferentemente junto con una zona de conexión de viga dispuesta en el lado opuesto del vehículo (diseñada de manera preferente esencialmente con simetría especular respecto a un plano longitudinal central de la caja de coche), en la dirección transversal del vehículo, una anchura de conexión.

La parte sobresaliente del dispositivo de soporte que prolonga la estructura de pared lateral (en la dirección en altura del vehículo) más allá de la estructura de techo puede elegirse en principio arbitrariamente, reduciéndose mediante una parte sobresaliente lo más alta posible la oscilación estructural básica de la caja de coche debido a la cavidad. En este sentido solamente existe la limitación de la anchura de la cavidad requerida para alojar el trole replegado (es decir, su dimensión en la dirección transversal del vehículo).

La caja de coche presenta, en variantes preferidas de la invención, en una zona adyacente a la cavidad en la dirección longitudinal del vehículo, en la dirección en altura del vehículo, una altura de techo máxima por encima del nivel de fondo, ascendiendo entonces la altura de conexión de viga a al menos el 20 % de la altura de techo máxima, ascendiendo en particular a del 20 % al 50 % de la altura de techo máxima, ascendiendo preferentemente a del 25 % al 40 % de la altura de techo máxima, ascendiendo más preferentemente a del 30 % al 35 % de la altura de techo máxima. De este modo pueden lograrse (en particular en caso de cajas de coche muy abombadas en la zona de techo) para una anchura suficiente de la cavidad, configuraciones especialmente favorables desde el punto de vista de la rigidez y de la oscilación.

Adicional o alternatively, la caja de coche puede presentar en una zona adyacente a la cavidad en la dirección longitudinal del vehículo, en el nivel de conexión en la dirección transversal del vehículo, una primera anchura de caja de coche, ascendiendo entonces la anchura de conexión a al menos el 80 % de la primera anchura de caja de coche, ascendiendo en particular a del 80 % al 99 % de la primera anchura de caja de coche, ascendiendo preferentemente a del 85 % al 97 % de la primera anchura de caja de coche, ascendiendo más preferentemente a del 90 % al 95 % de la primera anchura de caja de coche. Mediante esta unión mecánica, desplazada particularmente mucho hacia fuera, del dispositivo de viga (es decir, por consiguiente, mediante la anchura de soporte particularmente alta para momentos alrededor del eje longitudinal del vehículo) puede lograrse una reducción particularmente grande de la amplitud de las fuerzas de reacción que causan las oscilaciones y su introducción directa en la estructura de pared lateral.

Adicional o alternatively, el dispositivo de soporte puede formar una sección de pared de la estructura de pared lateral, cuyo plano central de sección de pared paralelo a la dirección longitudinal del vehículo está inclinado, en la zona del nivel de conexión de viga, respecto a un plano del nivel de fondo definido por el nivel de fondo, de 40° a 65°, preferentemente inclinado de 45° a 60°, más preferentemente inclinado de 50° a 55°. De este modo puede lograrse, normalmente, una prolongación esencialmente completa o sin costuras de la estructura de pared lateral, cuyo curso (en la dirección longitudinal del vehículo) corresponde al de la estructura de pared lateral fuera de la zona de la cavidad.

El dispositivo de soporte puede estar diseñado y/o unido con la estructura de pared lateral, en principio, de cualquier manera apropiada. Así pues, es posible, por ejemplo, que el dispositivo de soporte se fabrique a partir de uno o de varios componentes separados, que después se unen con la estructura de pared lateral de manera adecuada. A este respecto, puede tratarse, por ejemplo, de un elemento de perfil que se extiende (en la dirección longitudinal del vehículo) por toda la longitud de la cavidad. Sin embargo, igualmente pueden estar previstos, dado el caso, naturalmente, también solo en la zona de los respectivos puntos de unión del dispositivo de viga, correspondientes elementos de soporte que están unidos con la estructura de pared lateral.

En variantes de la invención preferidas, por ser especialmente robustas, el dispositivo de soporte está configurado de una sola pieza con la estructura de pared lateral, en particular de una sola pieza con una viga longitudinal de techo de la estructura de pared lateral. Se deducen también diseños particularmente favorables cuando el dispositivo de soporte está configurado a modo de un perfil extrudido. Esto es ventajoso, en particular, cuando también la propia estructura de pared lateral o las partes de la propia estructura de pared lateral adyacentes al dispositivo de soporte están configuradas ya como perfil extrudido, ya que ambos componentes pueden producirse entonces como componente común, de una sola pieza.

Se entiende que el contorno de la pared lateral en la zona del dispositivo de soporte puede diferir, dado el caso, del resto del contorno de la pared lateral adyacente de la caja de coche. Sin embargo, preferentemente está previsto que el dispositivo de soporte prolongue esencialmente un contorno esencialmente prismático en la dirección longitudinal del vehículo de la estructura de pared lateral, en particular un contorno exterior esencialmente prismático de la estructura de pared lateral, en la zona de la cavidad en la dirección longitudinal del vehículo. De este modo pueden lograrse variantes ventajosas no solo en cuanto a la introducción favorable de fuerzas en la estructura de pared lateral. En particular, tales diseños también son ventajoso en cuanto a las propiedades aerodinámicas del vehículo.

La unión del dispositivo de viga al dispositivo de soporte puede tener lugar, en principio, de cualquier manera apropiada. En este caso pueden usarse individualmente o en cualquier combinación uniones en arrastre de forma, en arrastre de fuerza y por unión de materiales. Preferentemente, el dispositivo de soporte presenta, para la conexión del dispositivo de viga, una zona de conexión de viga que preferentemente presenta al menos un elemento de conexión configurado a modo de un riel en C. De este modo pueden lograrse de manera particularmente sencilla uniones mecánicas fiables entre el dispositivo de viga y el dispositivo de soporte.

La unión de los dispositivos de viga al dispositivo de soporte puede tener lugar, en principio, en cualquier dirección apropiada. Así, el dispositivo de viga puede estar unido, por ejemplo, en la dirección transversal del vehículo desde dentro al dispositivo de soporte. Preferentemente, el dispositivo de soporte presenta una zona de conexión de viga,

que está configurada para la conexión del dispositivo de viga desde arriba. De este modo pueden lograrse configuraciones particularmente sencillas de fabricar y montar.

- 5 La altura del dispositivo de viga, o del dispositivo de trole soportado encima, por encima del nivel de la estructura de techo puede elegirse, en principio, arbitrariamente, eligiéndose pese a la parte sobresaliente del dispositivo de soporte por encima del nivel de la estructura de techo, preferentemente, una disposición de construcción lo más baja posible, en la que el dispositivo de trole quede dispuesto a la menor distancia posible por encima de la estructura de techo. Esto resulta ventajoso desde el punto de vista aerodinámico en el sentido de que el dispositivo de trole puede situarse entonces, dado el caso, por completo dentro del contorno prismático de la caja de coche.
- 10 Normalmente, el dispositivo de trole está soportado, en al menos una zona de conexión de trole, sobre el dispositivo de viga, situándose la zona de conexión de trole en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de trole central a una altura de conexión de trole por encima de un nivel de fondo que define una cara superior de la estructura de techo en el fondo de la cavidad.
- 15 La caja de coche presenta, en una zona adyacente a la cavidad en la dirección longitudinal del vehículo, en la dirección en altura del vehículo, normalmente una altura de techo máxima por encima del nivel de fondo, ascendiendo entonces la altura de conexión de trole preferentemente a como máximo el 50 % de la altura de techo máxima, ascendiendo en particular a del 10 % al 50 % de la altura de techo máxima, ascendiendo preferentemente a del 20 % al 40 % de la altura de techo máxima, ascendiendo más preferentemente a del 25 % al 35 % de la altura de techo máxima. De este modo pueden lograrse diseños especialmente ventajosos, de construcción compacta o baja, en los que el dispositivo de trole está dispuesto ventajosamente cerca de la estructura de techo.
- 20 Además, el dispositivo de soporte, para la conexión del dispositivo de viga, normalmente presenta una zona de conexión de viga que se sitúa en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de viga por encima del nivel de fondo, mientras que el dispositivo de viga define en la dirección en altura del vehículo un plano central de viga. El plano central de viga se sitúa, en las variantes de la invención preferidas, por ser de construcción compacta o baja, por debajo del nivel de conexión de viga.
- 25 El dispositivo de viga puede estar unido por varios puntos, dado el caso incluso de manera continua, con el dispositivo de soporte o la estructura de pared lateral. Por consiguiente pueden estar previstos, por tanto, en particular en la dirección transversal del vehículo, más de dos punto de unión con el dispositivo de soporte o la estructura de pared lateral. En otras variantes de la invención, fuera de la zona de conexión de caja de coche, en la dirección en altura del vehículo, está formado un primer intersticio entre el dispositivo de viga y la estructura de techo. De este modo se evita una excitación mecánica directa de la estructura de techo fuera de la respectiva zona de conexión de caja de coche.
- 30 En principio, el tamaño del primer intersticio puede elegirse arbitrariamente, eligiéndose la altura del intersticio en la dirección en altura del vehículo preferentemente de tal modo que, bajo todas las cargas que cabe esperar en el funcionamiento normal (y las deformaciones del dispositivo de viga que resultan de ello), no se produzca un contacto entre el dispositivo de viga y la estructura de techo en esta zona. Preferentemente, el primer intersticio presenta en la dirección en altura del vehículo una primera altura de intersticio, que asciende a de 2 mm a 20 mm, preferentemente a de 5 mm a 15 mm, más preferentemente asciende a de 8 mm a 12 mm. De este modo pueden lograrse ventajosamente configuraciones de construcción baja.
- 40 El primer intersticio puede presentar, en principio, cualquier dimensión en la dirección transversal del vehículo. Preferentemente, el primer intersticio presenta en la dirección transversal del vehículo una primera anchura de intersticio, que asciende a del 40 % al 98 %, preferentemente del 60 % al 98 %, más preferentemente del 80 % al 98 %, de una dimensión transversal máxima del dispositivo de viga en la dirección transversal del vehículo.
- 45 El primer intersticio puede rellenarse, en principio, total o parcialmente con uno o varios materiales o elementos atenuadores y/o amortiguadores de las vibraciones. Preferentemente, el primer intersticio está configurado como intersticio de aire, ya que de este modo se obtienen configuraciones particularmente sencillas de implementar.
- 50 El dispositivo de viga puede estar diseñado, en principio, de cualquier manera apropiada, siempre que presente una rigidez y una resistencia suficientes para soportar las cargas del dispositivo de trole. Preferentemente, el dispositivo de viga comprende al menos un armazón de viga, que forma una zona de conexión de caja de coche y una zona de conexión de trole, ya que de este modo pueden lograrse diseños particularmente ligeros, pero, pese a ello, suficientemente rígidos.
- 55 El armazón de viga puede presentar, en principio, cualquier diseño. En las variantes preferidas, por ser sencillas de implementar, el armazón de viga está configurado esencialmente en forma de escalera.
- 60 En formas de realización de diseño particularmente sencillo, el armazón de viga presenta, en la dirección transversal del vehículo, dos extremos laterales en los cuales está configurada en cada caso una zona de conexión de caja de coche. Preferentemente, el armazón de viga forma, en la dirección transversal del vehículo, en una zona central, la zona de conexión de trole.
- 65

El almacén de viga puede estar construido, en principio, a partir de cualquier componente apropiado, por ejemplo a partir de uno o varios elementos en forma de placa. Preferentemente, el almacén de viga comprende una pluralidad de elementos de perfil, en particular elementos de perfil hueco, ya que de este modo pueden lograrse diseños de construcción particularmente ligera y rígidos.

El almacén de viga puede comprender, en variantes particularmente favorables, por ser de diseño sencillo y robusto, al menos dos, preferentemente al menos tres, elementos de perfil que discurren en la dirección transversal del vehículo, en cuyos extremos está configurada en cada caso una zona de conexión de caja de coche.

La unión del almacén de viga al dispositivo de soporte también puede tener lugar, en principio, de cualquier manera apropiada. En variantes de diseño particularmente sencillo, que posibilitan en particular un diseño de construcción particularmente baja, el almacén de viga comprende al menos un elemento de conexión configurado a modo de placa angular, que forma una parte de la zona de conexión de caja de coche.

Para el almacén de viga puede usarse, en principio, cualquier material apropiado. En particular, para el almacén de viga puede usarse un material que se corresponda o se asemeje al material de la estructura de techo. Con ello se reduce el riesgo de una denominada corrosión electrolítica. Así pues, puede usarse, por ejemplo, un material que comprenda aluminio, con lo cual se logra un diseño particularmente ligero y rígido. Asimismo, se obtienen propiedades particularmente favorables en cuanto a la reducción de las oscilaciones con variantes en las que el almacén de viga está construido a partir de al menos un material que comprende acero.

El dispositivo de viga puede estar diseñado, en principio, como componente esencialmente rígido. Preferentemente, el dispositivo de viga comprende, sin embargo, al menos un elemento de amortiguación de vibraciones o elemento de reducción de oscilaciones, configurado para reducir una entrada de oscilaciones, inducida por el dispositivo de trole, en la estructura de techo.

El al menos un elemento de reducción de oscilaciones puede estar diseñado, en este caso, a modo de un elemento amortiguador y/o de un elemento atenuador y/o de una denominada masa de bloqueo, que modifica o modifican de manera correspondiente el comportamiento de oscilación del dispositivo de viga (en particular sus frecuencias propias y/o los modos propios y/o amplitudes de los modos propios), con el fin de reducir la entrada de oscilaciones en la estructura de techo en los intervalos de frecuencias relevantes. Para ello, el elemento de reducción de oscilaciones puede estar dispuesto fuera del flujo de fuerzas directo entre el dispositivo de trole y la estructura de la caja de coche en el dispositivo de viga y, por ejemplo, actuar solamente amortiguando y/o atenuando y/o modificando el comportamiento de oscilación sobre el dispositivo de viga (en el que se causan oscilaciones).

En las variantes preferidas de la invención, el al menos un elemento de reducción de oscilaciones puede estar diseñado como amortiguador técnico. Este puede estar diseñado u optimizado exclusivamente para amortiguar oscilaciones a lo largo de un amplio intervalo de frecuencias, ya que a través del amortiguador no pueden transmitirse fuerzas estáticas. En este caso es posible, en particular, diseñar el amortiguador para el intervalo de frecuencias particularmente molestas, normalmente bajas.

El al menos un amortiguador actúa preferentemente entre el centro de gravedad de la disposición de trole y la caja de coche. En este caso puede elegirse una disposición en la que el al menos un amortiguador esté unido, de la manera más corta posible, por ejemplo en perpendicular a la estructura de techo, con la caja de coche o la estructura de techo. Sin embargo, igualmente puede estar prevista también una orientación o dirección de actuación distinta. Se entiende además que puede estar prevista una combinación de dos o más amortiguadores dispuestos o que actúan en paralelo y/o inclinados entre sí. Estos pueden desplegar entonces, en particular, un efecto de amortiguación diferente, en función de la dirección, que se ajuste a los requisitos específicos del vehículo concreto.

Resulta particularmente ventajoso que un elemento de reducción de oscilaciones de este tipo esté dispuesto en la zona de conexión de viga del dispositivo de viga en el dispositivo de soporte, ya que en este punto de introducción de fuerzas en el dispositivo de viga por lo general cabe esperar amplitudes de oscilación particularmente altas (normalmente máximas) y el elemento de reducción de oscilaciones puede desplegar allí un efecto de amortiguación o efecto de modificación especialmente bueno.

Adicional o alternativamente, el al menos un elemento de reducción de oscilaciones puede estar intercalado en un flujo de fuerzas entre el dispositivo de trole y la estructura de techo de la caja de coche. En determinadas variantes de la invención, el elemento de reducción de oscilaciones está dispuesto en la zona de conexión de techo. Adicional o alternativamente, un elemento de reducción de oscilaciones puede estar dispuesto en la zona de conexión de trole.

El elemento de reducción de oscilaciones puede estar construido, en principio, de cualquier manera apropiada a partir de uno o varios materiales, con el fin de lograr un efecto amortiguador deseado y/o efecto atenuador y/o efecto modificador del comportamiento de oscilación deseado. Preferentemente, el elemento de reducción de oscilaciones está construido a partir de al menos un material que comprende un plástico, en particular goma.

En otras variantes del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención hay un dispositivo de apantallamiento para el ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole, estando dispuesto el dispositivo de apantallamiento entre el dispositivo de trole y la estructura de techo de la caja de coche. En este caso, el dispositivo de apantallamiento puede estar dispuesto en particular entre el dispositivo de viga y la estructura de techo. Preferentemente, el dispositivo de apantallamiento sobresale en la dirección transversal del vehículo y/o en la dirección longitudinal del vehículo más allá del dispositivo aislador, con el fin de lograr un apantallamiento por la mayor superficie posible de la estructura de techo contra el ruido aéreo.

El espectro de frecuencias en el que se genera una reducción de ruido efectiva puede ajustarse ventajosamente a las frecuencias consideradas molestas en el espacio interior y a la presión acústica generada en cada caso en el espacio interior. Así pueden reducirse o amortiguarse de manera controlada las frecuencias que dan lugar en el espacio interior a resonancias considerables y, con ello, a una alta presión acústica. Por consiguiente se selecciona, por tanto, preferentemente, al menos una frecuencia amortiguada con la presente invención en función del diseño de la caja de coche, en particular de la estructura de la caja de coche. Esto puede lograrse, en particular, mediante una elección apropiada de las propiedades de amortiguación y/o la disposición y/o el diseño de los componentes, en particular el dispositivo de apantallamiento, en particular secciones amortiguadoras individuales.

Preferentemente, en particular el dispositivo de apantallamiento está configurado para amortiguar una entrada de oscilaciones inducida por el dispositivo de trole en un intervalo de frecuencias de 10 Hz a 1200 Hz, preferentemente de 20 Hz a 1000 Hz, más preferentemente de 100 Hz a 800 Hz, ya que, de este modo, en particular en el transporte de alta velocidad por encima de 250 km/h, puede lograrse una reducción de ruido particularmente eficaz.

El dispositivo de apantallamiento puede estar unido, en principio, de cualquier manera adecuada por uno o varios puntos con la estructura de techo. Preferentemente, el dispositivo de apantallamiento está soportado sobre la estructura de techo a través de una pluralidad de elementos de desacoplamiento de oscilaciones. Esto es ventajoso, en particular, en vehículos para el transporte de alta velocidad, en los que, durante el funcionamiento, aparecen en parte considerables oscilaciones de presión o picos de presión singulares (p. ej. en caso de cruce de trenes, paso por túneles, etc.). El soporte desacoplado de las oscilaciones protege el dispositivo de apantallamiento ventajosamente frente a una deformación excesiva en tales eventos de presión singulares, sin perjudicar notablemente las propiedades de apantallamiento frente al ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole.

La frecuencia propia del dispositivo de apantallamiento, al igual que la frecuencia propia de los elementos de desacoplamiento de oscilaciones, está ajustada preferentemente en la mayor medida posible al espectro de frecuencias esperable del ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole, con el fin de lograr un buen efecto de apantallamiento. Así, el dispositivo de apantallamiento está diseñado en particular de tal modo que, en un intervalo de frecuencias de 20 Hz a 800 Hz, presenta un buen comportamiento de amortiguación, en particular ninguna frecuencia propia marcada.

El dispositivo de apantallamiento puede estar construido, en principio, de cualquier manera apropiada a partir de uno o varios componentes. Preferentemente comprende un elemento de apantallamiento esencialmente en forma de placa, en particular esencialmente plano, que está asociado a una cara superior de la estructura de techo formando un segundo intersticio. El segundo intersticio garantiza en este caso, entre otras cosas, que el elemento de apantallamiento pueda deformarse con la mayor libertad posible, de modo que, además de la reflexión de las ondas sonoras, también pueda absorber una parte de la energía acústica y, mediante la deformación resultante de ello, disipar al menos una parte en forma de fricción interna.

El segundo intersticio puede tener, para ello, en principio, cualquier dimensión apropiada, ajustada en particular a las propiedades de oscilación del dispositivo de apantallamiento, con el fin de posibilitar la disipación de energía descrita. En principio, el segundo intersticio debería seleccionarse tan grande como sea posible, para poder lograr en la zona de bajas frecuencias una atenuación acústica lo más alta posible. Preferentemente, el segundo intersticio presenta en la dirección en altura del vehículo una segunda altura de intersticio, que asciende a de 40 mm a 120 mm, preferentemente a de 60 mm a 100 mm, más preferentemente a de 70 mm a 90 mm.

El segundo intersticio (al igual que el primer intersticio) puede estar relleno, en principio, total o parcialmente con uno o varios materiales de atenuación o amortiguación de vibraciones, con el fin de anular posibles resonancias en el segundo intersticio. Por ejemplo, el material atenuador o amortiguador de vibraciones puede ser lana mineral, paneles microperforados, los denominados paneles acústicos, una denominada capa pesada, por ejemplo de caucho de etileno-propileno-dieno o monómero de etileno-propileno-dieno (EPDM) o similares. En otras variantes de la invención, el segundo intersticio está configurado como intersticio de aire, ya que se obtienen de este modo configuraciones particularmente sencillas de implementar.

El dispositivo de apantallamiento puede estar construido, en principio, solamente a partir de un elemento de apantallamiento en forma de placa. Sin embargo, preferentemente, el elemento de apantallamiento está dotado de correspondientes dispositivos de refuerzo mecánicos, a fin de aumentar su estabilidad de forma durante el funcionamiento. Como dispositivos de refuerzo puede estar previsto, en principio, cualquier elemento adecuado, como, por ejemplo, nervaduras, surcos, acanaladuras, etc. en cualquier disposición adecuada. Se obtienen diseños

particularmente robustos cuando el dispositivo de apantallamiento está configurado esencialmente en forma de cubeta con una zona de borde adyacente circunferencialmente al elemento de apantallamiento, que apunta en particular hacia arriba en la dirección en altura del vehículo.

5 Para el elemento de apantallamiento puede usarse, en principio, cualquier material apropiado. En particular, para el elemento de apantallamiento puede usarse un material que se corresponda o se asemeje al material de la estructura de techo. Se obtienen propiedades particularmente favorables en cuanto a la reducción de las oscilaciones con variantes en las que el elemento de apantallamiento está construido a partir de al menos un material que comprende

10 acero.
La cavidad está delimitada, preferentemente, al menos por secciones, aunque en particular circunferencialmente, en la dirección longitudinal del vehículo y/o en la dirección transversal del vehículo mediante una delimitación, en particular una pared de delimitación. Preferentemente, en estos casos está previsto que el dispositivo de apantallamiento, al menos por secciones, preferentemente circunferencialmente, llegue a la delimitación formando un tercer intersticio estrecho, cuya anchura de intersticio (distancia mínima entre el dispositivo de apantallamiento y la delimitación)

15 ascienda a de 2 mm a 20 mm, preferentemente a de 5 mm a 15 mm, más preferentemente a de 8 mm a 12 mm. De este modo se garantiza ventajosamente que la estructura de techo situada debajo quede apantallada, al menos en esta zona con el intersticio estrecho, esencialmente por completo mediante el dispositivo de apantallamiento.

20 En variantes preferidas del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, la delimitación de la cavidad está configurada acodada, en una zona de borde de la cavidad en la transición respecto a un recubrimiento exterior de la caja de coche, en al menos una sección biselada, a modo de un bisel, con el fin de formar en el recubrimiento exterior un canto de desprendimiento de flujo definido para una corriente de aire que barre el recubrimiento exterior de la caja de coche.

25 La zona de borde de la cavidad presenta preferentemente una sección delantera y una sección trasera, que se extienden en cada caso al menos parcialmente en la dirección transversal del vehículo entre dos secciones laterales, que se extienden en cada caso en la dirección longitudinal del vehículo. La al menos una sección biselada se extiende preferentemente al menos por un 75 %, preferentemente al menos por un 90 %, más preferentemente por

30 esencialmente el 100 %, de la sección delantera y/o de la sección trasera.

Mediante este diseño acodado de la superficie aguas abajo del canto de desprendimiento de flujo puede lograrse, por un lado, ventajosamente, un canto de desprendimiento de flujo afilado marcado, que garantiza que la corriente se desprenda de manera limpia y definida de la superficie. Esto resulta ventajoso con vistas a una ampliación reducida

35 de la capa cortante que se forma en la corriente desprendida (en una dirección perpendicular al plano de extensión principal de la capa cortante) y, con ello, a una resistencia al flujo reducida del vehículo.

Otra ventaja de este diseño acodado radica en el hecho de que, al desplazarse en una dirección de desplazamiento inversa, una capa cortante que viene desde la dirección de la zona de borde opuesta no incide, como en los diseños

40 convencionales, sobre una superficie orientada esencialmente en perpendicular a la dirección de incidencia, sino que incide sobre la superficie del bisel correspondientemente menos inclinada respecto a la dirección de incidencia. Esto tiene la ventaja de que en la capa cortante incidente se introduce menos impulso, de modo que la corriente puede volver a pegarse más rápidamente a la superficie y allí formar una capa límite de poca resistencia.

45 En función del tamaño del ángulo de inclinación entre la superficie del recubrimiento exterior de la caja de coche y la superficie del bisel, aunque al fluir sobre el canto de desprendimiento de flujo (lo que tiene lugar entonces, en el caso de esta dirección de desplazamiento inversa, en sentido opuesto desde el bisel hacia el recubrimiento exterior) puede producirse un nuevo desprendimiento local o temporal (en forma de una denominada burbuja de desprendimiento), este es, sin embargo, debido a la inclinación más favorable entre el recubrimiento exterior y el bisel, menor que en los

50 diseños convencionales. En otras palabras, con la presente invención se reduce el ángulo de impacto de la capa cortante sobre la superficie, de modo que se produce un impacto más suave de la capa cortante sobre la superficie del bisel, que favorece que la corriente se pegue rápidamente a la superficie y conlleva por lo tanto una reducción de la resistencia al flujo. Otra ventaja de este impacto más suave de la capa cortante sobre la superficie radica en la menor generación de ruido que ello conlleva.

55 El dispositivo de trole puede estar hundida, en principio, a cualquier profundidad en la superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior de la caja de coche. En este caso, solo es supone una limitación la altura de techo requerida en el espacio interior del vehículo. En variantes preferidas del vehículo ferroviario de acuerdo con la invención, el dispositivo de trole presenta una posición de reposo replegada en la cavidad, sobresaliendo el dispositivo

60 de trole de una superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior de la caja de coche, en la posición de reposo, en la dirección en altura del vehículo como máximo 90 mm, preferentemente como máximo 70 mm, más preferentemente como máximo 50 mm.

65 Resulta especialmente ventajoso, naturalmente, que, gracias al diseño compacto posible con la presente invención, el dispositivo de trole no sobresalga esencialmente de una superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior de la caja de coche, en la posición de reposo, en la dirección en altura del vehículo.

De este modo se logran configuraciones particularmente favorables desde el punto de vista aerodinámico. En particular resultan superfluos en este caso revestimientos o tomas de aire colocados sobre el recubrimiento exterior de la caja de coche, que en definitiva, pese a todo el diseño optimizado aerodinámicamente, aumentan la resistencia al flujo del

- 5 vehículo. Así puede lograrse, por ejemplo, en caso de un tren automotor en el transporte de alta velocidad, a una velocidad de 380 km/h, en comparación con una estructura de techo convencional con revestimientos superpuestos, un considerable ahorro de aproximadamente el 2 % al 5 %, normalmente de aproximadamente el 3 %, de la potencia de accionamiento total necesaria.
- 10 La cavidad puede presentar (en la vista en planta desde arriba sobre el techo de la caja de coche), en principio, cualquier contorno exterior, de modo que puede estar diseñada, por ejemplo, como simple sección de techo rectangular con contorno esencialmente rectangular. Preferentemente, el contorno exterior de la cavidad sigue esencialmente la geometría o el contorno exterior del dispositivo de trole replegado en su posición de reposo, de modo que debido a la cavidad se introduce una perturbación lo más reducida posible (que conduce, dado el caso, a una
- 15 generación de ruido) en la corriente de aire que barre el techo de la caja de coche.

El dispositivo de trole puede estar diseñado, en principio, de cualquier manera apropiada, presentando el dispositivo de trole normalmente un aislamiento eléctrico para la separación de potencial de una parte, situada a un nivel de alta tensión, del dispositivo de trole con respecto al dispositivo de viga. A este respecto, en principio puede estar soportado

- 20 de manera convencional a través de correspondientes aisladores sobre los dispositivos de viga. Sin embargo, preferentemente está previsto que dispositivo de trole presente al menos un primer brazo pivotante articulado al dispositivo de viga, que comprende un dispositivo aislador para la separación de potencial. De este modo pueden lograrse configuraciones de construcción especialmente plana, en las que el dispositivo de trole, en el estado descendido, se sitúa también en cavidades de profundidad relativamente pequeña por completo en el interior del
- 25 contorno exterior prismático de la caja de coche, lo que naturalmente resulta particularmente ventajoso desde el punto de vista aerodinámico.

En variantes diseñadas de manera particularmente sencilla y compacta, el dispositivo de trole puede estar configurado en particular a modo de un pantógrafo de brazo, cuyos componentes articulados al dispositivo de viga están dotados

- 30 de un dispositivo aislador para la separación de potencial.

El vehículo ferroviario puede ser, en principio, cualquier vehículo con cualquier velocidad nominal. Sin embargo, preferentemente está configurado para el transporte de alta velocidad con una velocidad nominal por encima de 250 km/h, en particular por encima de 300 km/h, en particular de 320 km/h a 390 km/h, ya que en este caso las ventajas de la invención son especialmente beneficiosas.

- 35

Otras configuraciones preferidas de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes o de la descripción que sigue de ejemplos de realización preferidos, que hacen referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

40 Descripción de las figuras

la figura 1 una vista lateral esquemática, parcialmente cortada, de una parte de una forma de realización preferida del vehículo de acuerdo con la invención con una forma de realización preferida de la disposición de trole de acuerdo con la invención;

- 45

la figura 2 una vista en perspectiva esquemática de una parte del vehículo de la figura 1 en un estado montado;

la figura 3 una vista en sección esquemática de la parte del vehículo de la figura 2 a lo largo de la línea MI-MI;

- 50 la figura 4 una vista en perspectiva esquemática de un dispositivo de reducción de ruido aéreo, que se usa en el vehículo de la figura 1;

la figura 5 una vista en sección esquemática de una parte del vehículo a lo largo de la línea V-V de la figura 2.

55 Descripción detallada de la invención

A continuación se describe, haciendo referencia a las figuras 1 a 5, un ejemplo de realización preferido del vehículo de acuerdo con la invención en forma de un vehículo ferroviario 101. El vehículo ferroviario 101 es un vagón de un tren automotor para el transporte de alta velocidad, cuya velocidad nominal se sitúa por encima de 250 km/h, en concreto en $v_n = 380$ km/h.

- 60

En este punto cabe señalar que las explicaciones que siguen son para un estado de flujo durante el desplazamiento del vehículo 101 a velocidad constante en una vía recta nivelada, sin las influencias de viento lateral o similares, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Se entiende que, en caso de desviación de este estado operativo (por ejemplo, como resultado de un desplazamiento en curva o viento lateral, etc.), pueden producirse desviaciones de las relaciones de flujo descritas, en particular de las direcciones de flujo, aunque las afirmaciones básicas siguen

- 65

siendo esencialmente válidas.

El vehículo 101 comprende una caja de coche 102, que define un recubrimiento exterior 102.1 del vehículo 101. La caja de coche 102 está soportada, en la zona de sus dos extremos, de manera convencional, en cada caso sobre un bastidor de ruedas en forma de bogie 103. Sin embargo, se entiende que la presente invención también puede utilizarse en asociación con otras configuraciones, en las que la caja de coche solo esté soportada sobre un bastidor de ruedas.

Para una comprensión más sencilla de las explicaciones que siguen, en las figuras está indicado un sistema de coordenadas x,y,z del vehículo (que viene dado por el plano sobre el cual descansan las ruedas del bogie 103), en el que la coordenada x designa la dirección longitudinal del vehículo ferroviario 101, la coordenada y designa la dirección transversal del vehículo ferroviario 101 y la coordenada z designa la dirección en altura del vehículo ferroviario 101.

En el presente ejemplo, el vehículo 101 está configurado, por lo que respecta a los componentes descritos, esencialmente con simetría de revolución respecto a un plano longitudinal central de la caja de coche 102. Sin embargo, se entiende que, en otras variantes de la invención, al menos para algunos de los componentes descritos a continuación, también puede elegirse un diseño que difiera de tal simetría.

La caja de coche 102 presenta, en la sección representada (aparte de huecos o añadidos locales para componentes funcionales del vehículo, como por ejemplo trole, contenedor de techo, etc.), un diseño esencialmente prismático con contornos de sección del recubrimiento exterior esencialmente idénticos a lo largo de la dirección longitudinal del vehículo.

En la zona de un hueco de este tipo, configurado en forma de una cavidad 102.2 en la zona de techo de la caja de coche 102, está dispuesto en el presente ejemplo un dispositivo de trole 104, que está configurado para ponerse en contacto de manera convencional, en un estado desplegado (no representado), con una catenaria 105, con el fin de suministrar energía eléctrica al vehículo 101.

El dispositivo de trole 104 está diseñado de manera convencional como un denominado pantógrafo o pantógrafo de brazo, que en un extremo libre de un mecanismo de brazo 104.1 lleva un frotador 104.2, que en el estado desplegado, activado, del dispositivo de trole 104 se pone en contacto con la catenaria 105 que se encuentra a un potencial de alta tensión. Para la separación de potencial, el mecanismo de brazo 104.1 está aislado, a través de una sección aislante del antebrazo 104.3 del mecanismo de brazo 104.1 así como de una sección aislante de la barra articulada 104.4 del mecanismo de brazo 104.1, con respecto a la estructura 102.3 de la caja de coche 102, tal como se conoce, por ejemplo, en principio, por el documento DE 10 2008 032 588 B4.

La posición de las secciones aislantes del antebrazo 104.3 y de la barra articulada 104.4 se elige de manera convencional de tal modo que, cuando el dispositivo de trole 104 que se pone en contacto con la catenaria 105 está activado o desplegado, entre los componentes que conducen corriente, no dotados de un aislamiento eléctrico, del dispositivo de trole 104 y las partes adyacentes de la caja de coche 102 no se supera una distancia predefinida, a fin de evitar descargas de tensión por el trayecto de aislamiento de aire así creado.

Para lograr durante el funcionamiento del vehículo 101 una generación de ruido lo más reducida posible en el espacio interior 101.1 del vehículo, entre el dispositivo de trole 104 y la estructura de la caja de coche 102 se han adoptado medidas dirigidas a la reducción de las oscilaciones, que tienen que ver con una reducción de la entrada de oscilaciones, inducida por el dispositivo de trole 104 (en forma de ruido estructural o ruido aéreo), en la estructura de la caja de coche 102, en particular en su estructura de techo 102.3.

Así pues, para la reducción del ruido estructural, sujeto a la caja de coche 102 a través de un dispositivo de soporte 106 está previsto un dispositivo de viga 107, a través del cual se reduce la entrada de ruido estructural, inducida por el dispositivo de trole 104, en la estructura de la caja de coche 102, en particular en la estructura de techo 102.3 (que forma el fondo de la cavidad 102.2), mientras que un dispositivo de reducción de ruido aéreo 108 está configurado para reducir una entrada de ruido aéreo, inducida por el dispositivo de trole 104, en la estructura de la caja de coche 102, en particular en la estructura de techo 102.3. Gracias a ambas medidas pueden lograrse considerables reducciones de la generación de ruido en el espacio interior del vehículo, tal como se describe más detalladamente a continuación.

Como puede observarse en particular en las figuras 2 y 3, el dispositivo de viga 107 comprende, en el presente ejemplo, un armazón de viga 107.1 diseñado esencialmente en forma de escalera para el dispositivo de trole 104. El armazón de viga 107.1 presenta en la dirección transversal del vehículo (dirección y) dos extremos laterales, en los que está configurada en cada caso una zona de conexión de caja de coche 107.2. En esta zona de conexión de caja de coche 107.2, el armazón de viga 107.1 está unido en cada caso a través de un dispositivo de conexión de caja de coche 107.3 en forma de una escuadra 107.4 con un riel de montaje 106.1 del dispositivo de soporte 106. El dispositivo de soporte 106 está unido, a su vez, con la estructura de pared lateral 102.4 de la caja de coche 102.

Los rieles de montaje 106.1 están configurados, en el presente ejemplo, de manera convencional, como denominados

rieles en C, que en el presente ejemplo están unidos de manera esencialmente rígida con el dispositivo de soporte 106. En el presente ejemplo, los rieles de montaje 106.1 están directamente conformados en el dispositivo de soporte 106 configurado como perfil extrudido. Sin embargo, se entiende que, en otras variantes de la invención, pueden estar unidos a través de cualquier otra unión en arrastre de fuerza y/o en arrastre de forma y/o por unión de materiales con el dispositivo de soporte 106. En los rieles de montaje 106.1 están dispuestas de manera desplazable correspondientes resbaladeras, a través de las cuales las escuadras 107.4 del armazón de viga 107.1 colocado desde arriba (en la dirección en altura del vehículo) pueden sujetarse (tras una pertinente alineación), por medio de correspondientes uniones atornilladas, uniones de apriete o similares, al dispositivo de soporte 106.

Sin embargo, se entiende que en otras variantes también puede estar previsto cualquier otro diseño para la conexión del dispositivo de viga 107 al dispositivo de soporte 106. Así, el dispositivo de viga 107 también puede estar unido directamente a través de una unión apropiada en arrastre de fuerza y/o en arrastre de forma y/o por unión de materiales con el dispositivo de soporte 106. En particular pueden estar previstos más de dos, preferentemente al menos tres, elementos de perfil que discurren en la dirección transversal del vehículo, en cuyos extremos está configurada en cada caso una zona de conexión de caja de coche.

Como puede observarse en particular en la figura 3, el dispositivo de soporte 106 es una parte de la estructura de pared lateral 102.4 configurada de una sola pieza con la estructura de pared lateral 102.4, que prolonga esencialmente el curso de la estructura de pared lateral 102.4 orientado de manera marcada en la dirección en altura del vehículo, sobresaliendo la estructura de techo 102.3 (que discurre esencialmente en la dirección transversal del vehículo o en perpendicular a la dirección en altura del vehículo), acodada respecto a la estructura de pared lateral 102.4, en la dirección en altura del vehículo.

El dispositivo de soporte 106 está configurado, a este respecto, como componente integral de una viga longitudinal de techo, configurada como perfil extrudido, de la estructura de pared lateral 102.4, que se extiende (en la dirección longitudinal del vehículo) por toda la longitud de la cavidad 102.2.

En este sentido, se entiende que, en principio, puede estar previsto que toda la estructura prismática de la caja de coche 102 pueda estar diseñada como un único perfil extrudido. Normalmente, la estructura de la caja de coche 102 se compone de varios de tales perfiles extrudidos. Sin embargo, se entiende que en otras variantes de la invención también puede elegirse cualquier otro modo de construcción para la estructura de la caja de coche 102. En particular, la estructura de la caja de coche 102 puede estar construida en un modo de construcción denominado diferencial a partir de varios elementos de soporte estructurales (tales como cuadernas, puntales y vigas, etc.) y capas de cubierta colocadas encima por separado (chapas de recubrimiento exterior, revestimientos interiores, etc.).

Este soporte del dispositivo de viga 107 y del dispositivo de trole 104 montado encima a través del dispositivo de soporte 106 que prolonga la estructura de pared lateral 102.4 tiene la ventaja de que la introducción de la energía de oscilación vinculada a la estructura (que es resultado de las cargas que actúan sobre el dispositivo de trole 104 durante el funcionamiento) tiene lugar evitando la estructura de techo 102.3 que discurre esencialmente en horizontal o en perpendicular respecto a la dirección en altura del vehículo, en esencia directamente a través de o en la estructura de pared lateral 102.4 de la caja de coche 102.

De este modo se logra, por un lado, una anchura de soporte AB ventajosamente grande en el soporte del dispositivo de trole 104, de modo que por ejemplo, al soportar momentos de giro alrededor del eje longitudinal del vehículo (eje x) se alcanzan fuerzas de soporte inferiores que excitan la estructura de la caja de coche 102 y, con ello, en definitiva, amplitudes de oscilación inferiores.

Además, estas fuerzas de soporte actúan, en la zona de la estructura de pared lateral 102.4 de la caja de coche 102 que discurre elementalmente en la dirección en altura del vehículo. De este modo se evita un diseño (como el que se conoce, por ejemplo, a partir del documento FR 2 880 604 A1), en el que los puntos de ataque de fuerzas de las fuerzas de soporte actúan en la zona de la estructura de techo orientada elementalmente en horizontal o en perpendicular respecto a la dirección en altura del vehículo.

De este modo se consigue ventajosamente que las fuerzas de soporte introducidas en la estructura de pared de la caja de coche 102 ya no se introduzcan elementalmente en perpendicular al plano de pared en la estructura de techo 102.3, sino que actúan elementalmente en el plano de la estructura de pared lateral 102.4 de soporte. Esto es ventajoso en el sentido de que se reduce la excitación de las estructuras de pared 102.3, 102.4 de soporte respecto a oscilaciones de flexión que son particularmente críticas desde el punto de vista acústico.

Además, mediante el dispositivo de soporte 106 que prolonga la respectiva estructura de pared lateral 102.4, el dispositivo de viga 107 que actúa sobre el mismo y la estructura de techo 102.3 situada debajo, que actúa igualmente sobre la estructura de pared lateral 102.4 se produce una estructura generalmente anular (en el plano de corte de la figura 3 perpendicular a la dirección longitudinal del vehículo), esencialmente trapezoidal, que da lugar a una rigidización ventajosa de la estructura de la caja de coche 102, que compensa al menos parcialmente el debilitamiento estructural de la estructura de la caja de coche 102 incorporado por la cavidad 102.2.

Esta rigidización de la estructura de la caja de coche 102 en la zona de la cavidad 102.2 tiene, además, la ventaja de que las frecuencias propias de la estructura total montada se desplazan a intervalos de frecuencias superiores, que los pasajeros consideraran menos molestas.

5 Como puede observarse en la figura 3, los rieles de montaje 106.1 forman, en el presente ejemplo, una zona de conexión de viga 106.2 del dispositivo de soporte 106, que (tal como se ha descrito) sirve para la conexión mecánica o para la sujeción del dispositivo de viga 107. Esta zona de conexión de viga 106.2 se sitúa en la dirección en altura del vehículo (eje z) a un nivel de conexión de viga TAN a una altura de conexión de viga TAH por encima de un nivel de fondo GRN, definido por la cara superior de la estructura de techo 102.3 en el fondo de la cavidad 102.2.

10 La caja de coche 102 presenta, en el presente ejemplo, en una zona adyacente a la cavidad 102.2 en la dirección longitudinal del vehículo, en la dirección en altura del vehículo, una altura de techo máxima DH por encima del nivel de fondo GRN, ascendiendo la altura de conexión de viga TAH del nivel de conexión de viga por encima del nivel de fondo GRN, en el presente ejemplo, al 30 % de la altura de techo máxima DH. De este modo, pese a la caja de coche
15 102 muy abombada en la zona de techo, con una anchura suficiente de la cavidad 102.2 puede lograrse una introducción favorable del ruido estructural inducido por el trole 104 durante el funcionamiento (es decir, la energía de oscilación vinculada a la estructura) en la estructura de pared lateral 102.4.

20 Sin embargo, se entiende que la altura de conexión de viga TAH puede elegirse, en otras variantes de la invención, también de otro modo. En particular, la altura de conexión de viga TAH puede ascender a al menos el 20 % de la altura de techo máxima DH, en particular a del 20 % al 50 % de la altura de techo máxima DH, preferentemente a del 25 % al 40 % de la altura de techo máxima DH, más preferentemente a del 30 % al 35 % de la altura de techo máxima DH.

25 Como puede observarse también en la figura 3, la zona de conexión de viga 106.2 define, junto con una zona de conexión de viga 106.2 dispuesta en el lado opuesto del vehículo (en el presente ejemplo esencialmente con simetría especular), en la dirección transversal del vehículo (eje y), una anchura de conexión AB (que en definitiva representa la anchura de soporte anteriormente mencionada para el soporte de momentos alrededor del eje longitudinal del vehículo).

30 La caja de coche 102 presenta, en una zona adyacente a la cavidad 102 en la dirección longitudinal del vehículo, en el nivel de conexión de viga TAN en la dirección transversal del vehículo, una primera anchura de caja de coche WB, ascendiendo la anchura de conexión AB en el presente ejemplo al 95 % de la primera anchura de caja de coche WB. Mediante esta unión mecánica, desplazada particularmente mucho hacia fuera, del dispositivo de viga 107 (es decir,
35 por consiguiente, mediante la anchura de soporte particularmente alta para momentos alrededor del eje longitudinal del vehículo) puede lograrse una reducción particularmente grande de la amplitud de las fuerzas de reacción que causan las oscilaciones y su introducción directa en la estructura de pared lateral 102.4.

40 Sin embargo, se entiende que la anchura de conexión BA puede elegirse, en otras variantes de la invención, también de otro modo. En particular, la anchura de conexión AB puede ascender a al menos el 80 % de la primera anchura de caja de coche WB, en particular a del 80 % al 99 % de la primera anchura de caja de coche WB, preferentemente a del 85 % al 97 % de la primera anchura de caja de coche WB, más preferentemente a del 90 % al 95 % de la primera anchura de caja de coche WB.

45 Como puede observarse también en la figura 3, el dispositivo de soporte 106 forma una sección de pared de la estructura de pared lateral 102.4, cuyo plano central de sección de pared 106.3 paralelo respecto a la dirección longitudinal del vehículo está inclinado, en la zona del nivel de conexión de viga TAN, respecto a un plano del nivel de fondo definido por el nivel de fondo GRN, en un ángulo de $W = 58^\circ$.

50 De este modo se logra en el presente ejemplo una prolongación esencialmente completa o sin costuras de la estructura de pared lateral 102.4, cuyo curso (en la dirección longitudinal del vehículo) se corresponde con el de la estructura de pared lateral 102.4 fuera de la zona de la cavidad 102.2. Por consiguiente se mantiene, por tanto, también en esta zona, el diseño prismático de la caja de coche 102, en particular en la zona de su recubrimiento exterior. De este modo se obtienen durante el funcionamiento del vehículo 101 relaciones de flujo favorables o se minimizan las perturbaciones aerodinámicas inducidas por el dispositivo de soporte 106.

55 Sin embargo, se entiende que la inclinación del plano central de sección de pared 106.3 puede elegirse, en otras variantes de la invención, también de otro modo. En particular, el plano central de sección de pared 106.3 puede estar inclinado con respecto al plano del nivel de fondo de 40° a 65° , preferentemente de 45° a 60° , más preferentemente de 50° a 55° .

60 En el presente ejemplo, el dispositivo de trole 104 está soportado, en una zona de conexión de trole 104.5, sobre una zona central 107.5 del dispositivo de viga 107, situándose la zona de conexión de trole 104.5 en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de trole SAN central a una altura de conexión de trole SAH por encima del nivel de fondo GRN. El nivel de conexión de trole SAN coincide, en el presente ejemplo, con el plano central de viga TME del dispositivo de viga 107. Gracias al diseño de los elementos de conexión como simples placas angulares o
65 escuadras 107.4, acodadas hacia abajo, la altura de conexión de trole SAH asciende, en el presente ejemplo, al 20 %

de la altura de techo máxima DH.

Por consiguiente, el nivel de conexión de trole SAN o el plano central de viga TME se sitúa por debajo del nivel de conexión de viga TAN, con lo cual, pese a la parte sobresaliente del dispositivo de soporte 106 por encima del nivel de fondo GRN de la estructura de techo 102.3, se logra un diseño compacto o de construcción baja particularmente ventajoso. De este modo, el dispositivo de trole 104 está dispuesto ventajosamente cerca de la estructura de techo 102.3, de modo que el dispositivo de trole 104 no sobresale de la superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior de la caja de coche 102, en su posición de reposo (véase la figura 3), en la dirección en altura del vehículo.

Sin embargo, se entiende que en otras variantes de la invención, también puede elegirse otra altura de conexión de trole SAH. En particular, la altura de conexión de trole SAH puede ascender a como máximo el 50 % de la altura de techo máxima DH, en particular a del 10 % al 50 % de la altura de techo máxima DH, preferentemente a del 20 % al 40 % de la altura de techo máxima DH, más preferentemente a del 25 % al 35 % de la altura de techo máxima DH.

El almacén de viga 107.1 está unido, en el presente ejemplo, solamente en las zonas de conexión de caja de coche 107.2, a través de los rieles de montaje 107.4, con la estructura de pared lateral 102.4. Entre las zonas de conexión de caja de coche 107.2 está formado en la dirección en altura del vehículo un primer intersticio S1 entre el almacén de viga 107.1 y la estructura de techo 102.3. En el presente ejemplo se obtiene de este modo una primera anchura de intersticio BS1 del primer intersticio S1 en la dirección transversal del vehículo, que asciende aproximadamente al 85 % de la dimensión transversal máxima o la dimensión de anchura BS del almacén de viga 107.1. De este modo se evita una excitación mecánica directa de la estructura de techo 102.3 fuera de la respectiva zona de conexión de techo 107.2.

La altura de intersticio HS1 (es decir, la dimensión del primer intersticio en la dirección en altura del vehículo) se elige, en el presente ejemplo, de tal modo que, bajo todas las cargas esperables en el funcionamiento normal del vehículo 101 (y las deformaciones resultantes del almacén de viga 107), fuera las zonas de conexión de techo 107.2 no se produzca ningún contacto entre el almacén de viga 107.1 y la estructura de techo 102.3.

En el presente ejemplo, la primera altura de intersticio HS1 asciende a de 8 mm a 12 mm, con lo cual se logra ventajosamente una configuración de construcción relativamente baja, de modo que la altura constructiva total del dispositivo de trole 104 por encima de la estructura de techo 102.3 solo aumenta de manera relativamente moderada por el dispositivo de viga 107.1 adicional.

El primer intersticio S1 puede estar relleno, en principio, con uno o varios materiales atenuadores de las vibraciones. En el presente ejemplo, el primer intersticio S1 está configurado, sin embargo, como intersticio de aire, ya que de este modo se obtienen configuraciones particularmente sencillas de implementar.

El almacén de viga 107.1 está realizado, en el presente ejemplo, como construcción soldada a partir de una pluralidad de elementos de perfil hueco, de modo que se logra un diseño de construcción particularmente ligera y rígido, con altas frecuencias propias. Para el almacén de viga 107.1 se usa acero en el presente ejemplo, ya que, debido a sus propiedades de amortiguación, se obtienen propiedades particularmente favorables en cuanto a la reducción de las oscilaciones. Sin embargo, se entiende que en otras variantes de la invención también puede utilizarse cualquier otro material, por ejemplo metales (como aluminio, etc.) o plásticos reforzados o materiales compuestos, etc. individualmente o en combinación.

El almacén de viga 107.1 está diseñado, en el presente ejemplo, como componente esencialmente rígido. En otras variantes de la invención, sin embargo, también puede estar intercalado un elemento de reducción de oscilaciones (por ejemplo de goma) en el flujo de fuerzas entre el dispositivo aislador 104.3 y la estructura de techo 102.3. Así, por ejemplo un elemento de reducción de oscilaciones de este tipo puede estar formado por una capa intermedia elástica amortiguadora, que se coloca en la respectiva zona de conexión de caja de coche 107.2 entre el almacén de viga 107.1 y los rieles de montaje 107.4. Igualmente puede estar dispuesta una capa intermedia elástica amortiguadora de este tipo, de manera adicional o alternativa, en cada caso entre el trole 104 y el almacén de viga 107.1. Igualmente, una sección adecuada del almacén de viga 107.1 en el flujo de fuerzas desde el dispositivo de trole 104 hacia la estructura de techo 102.3 puede estar dotada de propiedades correspondientemente amortiguadoras.

En determinadas variantes de la invención puede actuar entre el almacén de viga 107.1 y/o el trole 104 y la estructura de la caja de coche 102, como elemento de reducción de oscilaciones, al menos un amortiguador técnico, tal como está indicado en la figura 3 mediante el contorno 107.7 en línea discontinua. Este amortiguador 107.7 puede servir exclusivamente para amortiguar oscilaciones y estar diseñado u optimizado a lo largo de un amplio intervalo de frecuencias, ya que a través del amortiguador 107.7 no pueden transmitirse fuerzas estáticas. En este caso es posible, en particular, diseñar el amortiguador 107.7 para el intervalo de frecuencias particularmente molestas, normalmente bajas.

El amortiguador 107.7 actúa, preferentemente, entre el centro de gravedad del dispositivo de trole 104 y la caja de coche 102. En este caso puede elegirse una disposición, en la que el amortiguador 107.7 esté unido, de la manera más corta posible (por ejemplo en perpendicular a la estructura de techo 102.3), con la estructura de techo 102.3, tal

como se representa en la figura 3.

Sin embargo, puede estar prevista igualmente también otra orientación o dirección de acción del amortiguador 107.7. Se entiende además que puede estar prevista una combinación de dos o más amortiguadores 107.7 dispuestos o que actúan en paralelo y/o inclinados entre sí. Los amortiguadores 107.7 pueden desplegar entonces, en particular, un efecto de amortiguación diferente, en función de la dirección, que se ajuste a los requisitos específicos del vehículo 101 concreto.

En determinadas variantes de la invención pueden estar sujetos elementos de reducción de oscilaciones en forma de masas de bloqueo en el armazón de viga 107.1, tal como se indica en la figura 2 mediante los contornos 107.9 en línea discontinua. Estos elementos de reducción 107.9 modifican en consecuencia el comportamiento de oscilación del armazón de viga 107.1 (en particular sus modos propios y las amplitudes de los modos propios), a fin de reducir la entrada de oscilaciones en la estructura de techo 102.3 en los intervalos de frecuencias relevantes (que se describen más en detalle a continuación). En este caso, los elementos de reducción 107.9 están dispuestos fuera del flujo de fuerzas directo entre el dispositivo de trole 104 y la estructura de pared lateral 102.4, con el fin de actuar sobre el armazón de viga 107.1 (en el que se causan oscilaciones) modificando el comportamiento de oscilación.

La disposición de los elementos de reducción 107.9 en la zona del dispositivo de trole 104 conlleva, a este respecto, la ventaja de que en este punto tiene lugar la introducción de fuerzas desde el dispositivo de trole 104 en el armazón de viga 107.1 y, por consiguiente, allí aparecen por lo general amplitudes de oscilación particularmente altas (normalmente máximas). Por consiguiente, los elementos de reducción 107.9 pueden desplegar allí un efecto modificador particularmente bueno.

El espectro de frecuencias en el que se logra, con el diseño anteriormente descrito, una reducción de ruido eficaz, está ajustado en el presente ejemplo a la caja de coche 102. En este caso se amortiguan de manera controlada, sobre todo, frecuencias que en el espacio interior 102.1 de la caja de coche 102 dan lugar a resonancias considerables y, con ello, a una presión acústica alta.

En el presente ejemplo se logra una amortiguación en un intervalo de frecuencias de 20 Hz a 800 Hz, lográndose en particular en el intervalo de frecuencias de 100 Hz a 800 Hz una gran amortiguación con respecto a un diseño convencional, en el que el dispositivo de trole 104 esté montado directamente (es decir, sin el armazón de viga 107.1) sobre la estructura de techo 102.3. Esta mejora es especialmente marcada en el intervalo de frecuencias de 200 Hz a 800 Hz.

En el presente ejemplo está previsto, además, como dispositivo de reducción de ruido aéreo, un dispositivo de apantallamiento 108 para el ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole 104. Sin embargo, se entiende que un dispositivo de reducción de ruido aéreo de este tipo puede estar ausente también en otras variantes de la invención.

El dispositivo de apantallamiento 108 comprende en el presente ejemplo un apantallamiento 108.1 esencialmente en forma de cubeta, que está dispuesto en la cara inferior del dispositivo de viga 107 entre el dispositivo de trole 104 y la estructura de techo 102.3 de la caja de coche 102. El apantallamiento 108.1 sobresale del dispositivo de trole 104 tanto en la dirección transversal del vehículo como en la dirección longitudinal del vehículo, con el fin de lograr un apantallamiento por la mayor superficie posible de la estructura de techo 102.3 contra el ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole 104.

El apantallamiento 108.1 presenta, para ello, en la dirección transversal del vehículo, una dimensión de anchura máxima BS2, que asciende aproximadamente al 150 % de la anchura de soporte máxima BI contra el dispositivo de trole 104 y, por tanto, igualmente es considerablemente mayor que la anchura de soporte máxima BI. Además, el apantallamiento 108.1 presenta, en la dirección longitudinal del vehículo, para ello, una dimensión longitudinal máxima LS que asciende aproximadamente al 350 % de la longitud de soporte máxima LI del soporte del dispositivo de trole 104 sobre el dispositivo de viga 107.

El apantallamiento 108.1 está unido, en el presente ejemplo, por varios puntos con la estructura de techo. Así, el apantallamiento 108.1 está sujeto, por un lado, a la cara inferior del armazón de viga 107.1. Por otro lado, el apantallamiento 108.1 está soportado por fuera de la zona del armazón de viga 107.1, a través de una pluralidad de elementos de desacoplamiento de oscilaciones 108.2 dispuestos distribuidos por la estructura de techo 102.3, sobre la estructura de techo 102.3.

Esto es especialmente ventajoso en el caso del presente vehículo 101 para el transporte de alta velocidad, ya que durante su funcionamiento pueden aparecer en parte considerables oscilaciones de presión o picos de presión singulares (p. ej. en caso de cruce de trenes, paso por túneles, etc.), que implican considerables cargas en perpendicular al plano de extensión principal del apantallamiento 108.1. Este soporte distribuido, desacoplado de las oscilaciones, del apantallamiento 108.1 protege el apantallamiento 108.1 en este caso, ventajosamente, frente a deformaciones excesivas, sin perjudicar notablemente las propiedades de apantallamiento frente al ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole 104.

La frecuencia propia del dispositivo de apantallamiento 108, al igual que la frecuencia propia de los elementos de desacoplamiento de oscilaciones 108.2, está ajustada en el presente ejemplo en la mayor medida posible al espectro de frecuencias esperable del ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole 104 así como, a su vez, a la estructura de la caja de coche y sus frecuencias de resonancia, con el fin de lograr un buen efecto de apantallamiento.

5 En el presente ejemplo se logra también mediante el dispositivo de apantallamiento 108 una amortiguación en un intervalo de frecuencias de 20 Hz a 1000 Hz, lográndose en particular en el intervalo de frecuencias de 100 Hz a 800 Hz una gran amortiguación con respecto a un diseño convencional sin dispositivo de apantallamiento 108.

10 El apantallamiento 108.1 comprende, en el presente ejemplo, un elemento de apantallamiento 108.3 en forma de placa, esencialmente plano, que está asociado a la estructura de techo 102.3 formando un segundo intersticio S2 (en la dirección en altura del vehículo). El segundo intersticio S2 garantiza en este caso, entre otras cosas, que el elemento de apantallamiento 108.2 pueda deformarse en la medida de lo posible libremente fuera de sus puntos de soporte, de modo que pueda absorber la energía acústica y, mediante la deformación derivada de ello, disipar al menos una parte
15 en forma de fricción interna.

El segundo intersticio S2 está ajustado, para ello, a las propiedades de oscilación del apantallamiento 108.1, para posibilitar la disipación de energía descrita. En el presente ejemplo, el segundo intersticio S2 presenta, para ello, en la dirección en altura del vehículo, una segunda altura de intersticio HS2 que, en el presente ejemplo, se corresponde
20 con la primera altura de intersticio HS1, aunque se entiende que en otras variantes de la invención pueden elegirse, en función de la disposición del apantallamiento 108.1, también otras alturas de intersticio. Esto es válido, en particular, cuando el apantallamiento 108.1 se dispone sobre la cara superior del dispositivo de viga 107.

25 El segundo intersticio S2 puede estar relleno, a su vez, en principio, total o parcialmente con uno o varios materiales que amortiguan o atenúan las vibraciones. Así, pueden utilizarse, por ejemplo, chapas microperforadas para el amortiguamiento del espacio hueco. En el presente ejemplo, sin embargo, el segundo intersticio S2 también está formado como intersticio de aire, ya que de este modo se obtienen configuraciones particularmente sencillas de implementar.

30 El elemento de apantallamiento 108.3 está dotado, en el presente caso, por un lado, de una zona de borde 108.4 adyacente circunferencialmente al elemento de apantallamiento 108.3, que apunta hacia arriba en la dirección en altura del vehículo, la cual aumenta la estabilidad de forma del apantallamiento. Además, el elemento de apantallamiento 108.3 está dotado, en la zona de los puntos de unión con los elementos de desacoplamiento de oscilaciones 108.2, de dispositivos de refuerzo mecánicos (no representados en detalle), para aumentar aún más su
35 estabilidad de forma durante el funcionamiento. Como dispositivos de refuerzo puede estar previsto, en principio, cualquier elemento adecuado, como, por ejemplo, nervaduras, surcos, acanaladuras, etc. en cualquier disposición adecuada. El diseño y la disposición de estos dispositivos de refuerzo puede aprovecharse, además, para influir en el comportamiento de oscilación del elemento de apantallamiento 108.3 y, por tanto, del apantallamiento 108.3.

40 Como puede observarse en particular en la figura 5, los elementos de desacoplamiento de oscilaciones 108.2 están diseñados, en el presente ejemplo, como casquillos de goma cilíndricos con una ranura anular 108.5, que pueden insertarse a través de una perforación asociada en el elemento de apantallamiento 108.3, de modo que la pared que delimita la perforación se enclava en la ranura 108.5, por lo que se establece un arrastre de forma entre el casquillo de goma 108.2 y el elemento de apantallamiento 108.3.
45

La inmovilización tiene lugar a través de tornillos 108.6, que se insertan a través de casquillos de goma 108.2. La cabeza de los tornillos 108.6 está enganchada, a este respecto, en un riel en C firmemente unido a la estructura de techo, de modo que a través de los atornillamientos en el extremo libre de los tornillos 108.6 puede tener lugar una fijación. En este caso puede lograrse, en particular, a través de la pretensión generada por los atornillamientos, un
50 ajuste de las propiedades de amortiguación de los elementos de desacoplamiento de oscilaciones 108.2

También para el apantallamiento 108.1, en particular para el elemento de apantallamiento 108.3, se usa acero en el presente ejemplo, debido a las propiedades particularmente favorables en cuanto a la reducción de oscilaciones o la amortiguación de oscilaciones. Sin embargo, se entiende que en otras variantes de la invención también puede
55 utilizarse cualquier otro material, por ejemplo metales (como aluminio, etc.) o plásticos reforzados o materiales compuestos, etc. individualmente o en combinación. En particular pueden aplicarse una o varias denominadas capas pesadas por toda la superficie o en zonas parciales sobre el apantallamiento 108.1, a fin de adaptar sus propiedades de amortiguación.

60 Como puede observarse en particular en las figuras 1 y 2, la cavidad 102.2 en la que está dispuesto el dispositivo de trole 104 hundido en el tejado de la caja de coche 102, está delimitada circunferencialmente en la dirección longitudinal del vehículo y en la dirección transversal del vehículo por una pared de delimitación 102.5, que se forma en la zona del dispositivo de soporte 106 por la cara interior del dispositivo de soporte 106.

65 El apantallamiento 108.1 llega, formando un tercer intersticio estrecho S3, circunferencialmente tan cerca de la pared de delimitación 102.5 que la anchura de intersticio BS3 (es decir la distancia mínima entre el apantallamiento 108.1 y

la pared de delimitación 102.5) asciende aproximadamente a 8 mm. De este modo se garantiza ventajosamente que el intersticio de la estructura de techo 102.3 situada debajo esté apantallada esencialmente por toda la superficie por el dispositivo de apantallamiento 108 frente al ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole 104.

Como puede observarse además en las figuras 1 y 2, la pared de delimitación 102.5 de la cavidad 102.2 está configurada acodada, en una zona de borde de la cavidad 102.2 en la transición hacia el recubrimiento exterior 102.1 de la caja de coche, en una sección delantera 102.6 y en una sección trasera 102.7, a modo de bisel, con el fin de formar en el recubrimiento exterior 102.1 un canto de desprendimiento de flujo 102.8 o 102.9 definido para una corriente de aire que barre el recubrimiento exterior 102.1.

La sección delantera 102.6 y la sección trasera 102.7 se extienden, a este respecto, al menos parcialmente en la dirección transversal del vehículo entre dos secciones laterales 102.10, que se extienden en cada caso en la dirección longitudinal del vehículo. El bisel está configurado, a este respecto, en la dirección transversal del vehículo, en cada caso por toda la anchura de la sección delantera 102.6 o de la sección trasera 102.7.

Mediante este diseño acodado de la superficie aguas abajo del canto de desprendimiento de flujo 102.8 o 102.9 puede lograrse, por un lado, ventajosamente, un canto de desprendimiento de flujo afilado marcado, que garantiza que la corriente se desprenda de manera limpia y definida de la superficie 102.1. Esto resulta ventajoso con vistas a una ampliación reducida de la capa cortante que se forma en la corriente desprendida (en una dirección perpendicular al plano de extensión principal de la capa cortante) y, con ello, a una resistencia al flujo reducida del vehículo 101.

Otra ventaja de este diseño acodado radica en el hecho de que, al desplazarse en una dirección de desplazamiento inversa, una capa cortante que viene desde la dirección de la sección 102.7 o 102.6 opuesta de la zona de borde de la cavidad 102.2 no incide, como en los diseños convencionales, sobre una superficie orientada esencialmente en perpendicular a la dirección de incidencia, sino que incide sobre la superficie del bisel correspondientemente menos inclinada respecto a la dirección de incidencia. Esto tiene la ventaja de que en la capa cortante incidente se introduce menos impulso, de modo que la corriente puede volver a pegarse más rápidamente a la superficie 102.1 y allí formar una capa límite de poca resistencia.

En función del tamaño del ángulo de inclinación entre la superficie del recubrimiento exterior 102.1 de la caja de coche y la superficie del bisel 102.7 o 102.6, aunque al fluir sobre el canto de desprendimiento de flujo 102.9 o 102.8 (lo que tiene lugar entonces, en el caso de esta dirección de desplazamiento inversa, en sentido opuesto desde el bisel hacia el recubrimiento exterior) puede producirse un nuevo desprendimiento local o temporal (en forma de una denominada burbuja de desprendimiento), este es, sin embargo, debido a la inclinación más favorable entre el recubrimiento exterior 102.1 y el bisel 102.7 o 102.6, menor que en los diseños convencionales. En otras palabras, con la presente invención se reduce el ángulo de impacto de la capa cortante sobre la superficie, de modo que se produce un impacto más suave de la capa cortante sobre la superficie del bisel 102.7 o 102.6, que favorece que la corriente se pegue rápidamente a la superficie 102.1 y conlleva por lo tanto una reducción de la resistencia al flujo. Otra ventaja de este impacto más suave de la capa cortante sobre la superficie radica en la menor generación de ruido que ello conlleva.

El dispositivo de trole 104 presenta, en el estado desactivado, la posición replegada representada en las figuras 1 a 3, en la que está profundamente hundido en la superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior 102.1 de la caja de coche 102. En este caso, solo es supone una limitación la altura de techo requerida en el espacio interior 101.1 del vehículo 101. En el presente ejemplo, el dispositivo de trole 104, en la posición de reposo replegada, está tan hundido en la superficie envolvente que no sobresale de la superficie envolvente 102.1 en la dirección en altura del vehículo (en la zona de los cuernos del frotador 104.2). De este modo se logra una configuración particularmente favorable desde el punto de vista aerodinámico, siendo superfluos revestimientos o tomas de aire colocados sobre el recubrimiento exterior de la caja de coche, que en definitiva, pese a todo el diseño optimizado aerodinámicamente, aumentan el área de resistencia y, con ello, la resistencia al flujo del vehículo.

Además, la cavidad 102.2 (en la vista en planta desde arriba sobre la zona de techo de la caja de coche 102) está diseñada como fragmento de techo con un contorno exterior que sigue esencialmente la geometría o contorno exterior del dispositivo de trole 104 replegado en su posición de reposo, de modo que debido a la cavidad 102.2 se introduce una perturbación lo más reducida posible (que conduce, dado el caso, a una generación de ruido) en la corriente de aire que barre el techo de la caja de coche 102. La distancia del recubrimiento exterior 102.1 y en particular de la pared de delimitación 102.5, con respecto al dispositivo de trole 104, se elige a este respecto de tal modo que, cuando el dispositivo de trole 104 que se pone en contacto con la catenaria 105 está activado, entre los componentes que conducen corriente, no dotados de un aislamiento eléctrico, del dispositivo de trole 104 y las partes adyacentes de la caja de coche 102 no se supera una distancia predefinida, a fin de evitar descargas de tensión por el trayecto de aislamiento de aire así creado.

Como puede observarse además en la figura 1, contigua al extremo de la cavidad 102.2 en el lado del frotador está prevista una cavidad 102.11 adicional en la zona de techo de la caja de coche 102. En esta cavidad 102.11 adicional están dispuestos componentes de alta tensión 109, asociados con el dispositivo de trole 104, de la alimentación de alta tensión del vehículo 101 (tal como, por ejemplo, aisladores adicionales, convertidores de corriente y/o de tensión, interruptores principales y/o disyuntores, etc.). La cavidad 102.11 adicional está cubierta por completo por una

cobertura 102.12 y está separada en la dirección longitudinal del vehículo de la cavidad 102.2 mediante una pared de separación 102.13.

5 En las figuras 1 y 2 está representada además una protección frente a la suciedad 110, que comprende uno o varios elementos de cobertura 110.1 inclinados (con respecto a la dirección en altura del vehículo y la dirección longitudinal del vehículo) o similares (véase la figura 1), que se extienden en la dirección transversal del vehículo esencialmente por la anchura de la cavidad 102.2. Los elementos de cobertura 110.1 están montados sobre ménsulas 110.2 (véase la figura 2) y se apoyan al ras en la pared de separación 102.13. Las ménsulas 110.2 están montadas, a su vez, sobre el apantallamiento 108.1. Los elementos de cobertura 110.1 están diseñados preferentemente como chapas
10 agujereadas con, por ejemplo, una proporción de agujeros del 50 %. Con ello se garantiza también, en el caso de acumulaciones de suciedad, que el agua que penetra pueda ser evacuada por una salida de agua cubierta por los elementos de cobertura 110.1.

15 Mediante la protección frente a la suciedad 110 se evita que se puedan acumular grandes objetos, como ramas u hojarasca, en la pared de separación 102.13 entre las cavidades 102.2 y 102.11. Mediante la disposición inclinada de los elementos de cobertura 110.1 se consigue que debido a la corriente de aire que surge durante el viaje no puedan acumularse en absoluto tales objetos o puedan ser retirados por la misma.

20 La presente invención se ha descrito en lo anterior exclusivamente en relación con un vehículo para un tren automotor para el transporte de alta velocidad. Sin embargo, se entiende que la invención también puede utilizarse en relación con otros tipos de vehículos ferroviarios, en particular con otras velocidades nominales.

REIVINDICACIONES

1. Vehículo ferroviario, en particular para el transporte de alta velocidad, con

- 5 - una caja de coche (102), que presenta un espacio interior y que define una dirección longitudinal del vehículo, una dirección transversal del vehículo así como una dirección en altura del vehículo, y
 - un dispositivo de trole (104) para su montaje en una cavidad (102.2) en una zona de techo de la caja de coche (102), en donde
 10 - la caja de coche presenta en la zona de la cavidad (102.2) una estructura de pared lateral (102.4) que discurre marcadamente en la dirección en altura del vehículo y una estructura de techo (102.3) que discurre en ángulo respecto a la estructura de pared lateral (102.4) así como esencialmente en la dirección transversal del vehículo y el dispositivo de trole (104) está soportado sobre la caja de coche (102) a través de un dispositivo de viga (107.1) que sobresale del dispositivo de trole (104) en la dirección transversal del vehículo,

15 **caracterizado por que**

- el dispositivo de viga (107.1), a fin de reducir una entrada de oscilaciones en la estructura de techo (102.3) inducida por el dispositivo de trole (104), está soportado sobre la caja de coche (102) a través de un dispositivo de soporte que prolonga esencialmente el curso de la estructura de pared lateral (102.4) en la dirección en altura del
 20 vehículo y que sobresale de la estructura de techo (102.3) en la dirección en altura del vehículo, en donde
 - el dispositivo de soporte presenta, para la conexión al dispositivo de viga (107.1), una zona de conexión de viga (106.2) que se sitúa en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de viga a una altura de conexión de viga por encima de un nivel de fondo, que define una cara superior de la estructura de techo (102.3) en el fondo
 25 de la cavidad (102.2).

25 2. Vehículo ferroviario según la reivindicación 1, **caracterizado por que**

- la zona de conexión de viga (106.2) define, junto con una zona de conexión de viga (106.2) dispuesta en el lado opuesto del vehículo en la dirección transversal del vehículo, una anchura de conexión,
 30 y/o
 - la caja de coche (102) presenta, en una zona adyacente a la cavidad (102.2) en la dirección longitudinal del vehículo, en la dirección en altura del vehículo, una altura de techo máxima por encima del nivel de fondo y la altura de conexión de viga asciende a al menos el 20 % de la altura de techo máxima, en particular asciende a del 20 % al 50 % de la altura de techo máxima, preferentemente asciende a del 25 % al 40 % de la altura de techo
 35 máxima, más preferentemente asciende a del 30 % al 35 % de la altura de techo máxima,
 y/o
 - la caja de coche (102) presenta en una zona adyacente a la cavidad (102.2) en la dirección longitudinal del vehículo, en el nivel de conexión en la dirección transversal del vehículo, una primera anchura de caja de coche y la anchura de conexión asciende a al menos el 80 % de la primera anchura de caja de coche, en particular asciende
 40 a del 80 % al 99 % de la primera anchura de caja de coche, preferentemente asciende a del 85 % al 97 % de la primera anchura de caja de coche, más preferentemente asciende a del 90 % al 95 % de la primera anchura de caja de coche,
 y/o
 - el dispositivo de soporte forma una sección de pared de la estructura de pared lateral (102.4), cuyo plano central de sección de pared paralelo a la dirección longitudinal del vehículo está inclinado, en la zona del nivel de conexión
 45 de viga, respecto a un plano del nivel de fondo definido por el nivel de fondo, de 40° a 65°, preferentemente inclinado de 45° a 60°, más preferentemente inclinado de 50° a 55°.

50 3. Vehículo ferroviario según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que**

- el dispositivo de soporte está configurado de una sola pieza con la estructura de pared lateral (102.4), en particular de una sola pieza con una viga longitudinal de techo de la estructura de pared lateral (102.4),
 y/o
 - el dispositivo de soporte está configurado a modo de un perfil extrudido
 55 y/o
 - el dispositivo de soporte esencialmente prolonga un contorno esencialmente prismático en la dirección longitudinal del vehículo de la estructura de pared lateral (102.4), en particular un contorno exterior esencialmente prismático de la estructura de pared lateral (102.4), en la zona de la cavidad (102.2) en la dirección longitudinal del
 60 vehículo,
 y/o
 - el dispositivo de soporte presenta, para la conexión del dispositivo de viga (107.1), una zona de conexión de viga (106.2) que presenta, en particular, al menos un elemento de conexión configurado a modo de un riel en C, y/o
 - el dispositivo de soporte presenta una zona de conexión de viga (106.2), que está configurada para la conexión
 65 del dispositivo de viga (107.1) desde arriba.

4. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**

- el dispositivo de trole (104) está soportado, en al menos una zona de conexión de trole (107.6), sobre el dispositivo de viga (107.1), situándose la zona de conexión de trole (107.6) en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de trole central a una altura de conexión de trole por encima de un nivel de fondo que define una cara superior de la estructura de techo (102.3) en el fondo de la cavidad (102.2), en donde
- la caja de coche (102) presenta, en una zona adyacente a la cavidad (102.2) en la dirección longitudinal del vehículo, en la dirección en altura del vehículo, una altura de techo máxima por encima del nivel de fondo y la altura de conexión de trole asciende a como máximo el 50 % de la altura de techo máxima, en particular asciende a del 10 % al 50 % de la altura de techo máxima, preferentemente asciende a del 20 % al 40 % de la altura de techo máxima, más preferentemente asciende a del 25 % al 35 % de la altura de techo máxima, y/o
- el dispositivo de soporte presenta, para la conexión del dispositivo de viga (107.1), una zona de conexión de viga (106.2) que se sitúa en la dirección en altura del vehículo en un nivel de conexión de viga por encima del nivel de fondo, y el dispositivo de viga (107.1) define, en la dirección en altura del vehículo, un plano central de viga que se sitúa por debajo del nivel de conexión de viga.

5. Vehículo ferroviario según la reivindicación 4, **caracterizado por que**

- por fuera de la zona de conexión de caja de coche (107.2) en la dirección en altura del vehículo está formado un primer intersticio entre el dispositivo de viga (107.1) y la estructura de techo (102.3), en donde
- el primer intersticio presenta, en particular, en la dirección en altura del vehículo, una primera altura de intersticio, que asciende a de 2 mm a 20 mm, preferentemente asciende a de 5 mm a 15 mm, más preferentemente asciende a de 8 mm a 12 mm, y/o
- el primer intersticio presenta, en particular, en la dirección transversal del vehículo, una primera anchura de intersticio, que asciende a del 40 % al 98 %, preferentemente asciende a del 60 % al 98 %, más preferentemente asciende a del 80 % al 98 %, de una dimensión transversal máxima del dispositivo de viga (107.1) en la dirección transversal del vehículo, y/o
- el primer intersticio está configurado en particular como intersticio de aire y/o
- en el primer intersticio está dispuesto en particular al menos un elemento de atenuación del ruido y/o al menos un elemento de amortiguación del ruido.

6. Vehículo ferroviario según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado por que**

- el dispositivo de viga (107.1) comprende al menos un armazón de viga, que forma una zona de conexión de caja de coche (107.2) y una zona de conexión de trole (107.6), en donde
- el armazón de viga (107.1) está configurado en particular esencialmente en forma de escalera, y/o
- el armazón de viga (107.1) presenta en la dirección transversal del vehículo en particular dos extremos laterales, en los que está configurada en cada caso una zona de conexión de caja de coche (107.2), y/o
- el armazón de viga (107.1) forma en la dirección transversal del vehículo, en particular en una zona central, la zona de conexión de trole (107.6), y/o
- el armazón de viga (107.1) comprende en particular una pluralidad de elementos de perfil, en particular elementos de perfil hueco, y/o
- el armazón de viga (107.1) comprende en particular al menos dos, preferentemente al menos tres, elementos de perfil que discurren en la dirección transversal del vehículo, en cuyos extremos está formada en cada caso una zona de conexión de caja de coche (107.2), y/o
- el armazón de viga (107.1) comprende en particular al menos un elemento de conexión configurado a modo de una placa angular, que forma una parte de la zona de conexión de caja de coche (107.2), y/o
- el armazón de viga (107.1) está construido en particular a partir de al menos un material que comprende acero.

7. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado por que**

- el dispositivo de viga (107.1) comprende al menos un elemento de reducción de oscilaciones (107.9), que está configurado para reducir una entrada de oscilaciones, inducida por el dispositivo de trole (104), en la estructura de techo (102.3),

en donde

- el elemento de reducción de oscilaciones está intercalado, en particular, en un flujo de fuerzas entre el dispositivo de trole (104) y la estructura de techo (102.3) de la caja de coche (102),

y/o

- el elemento de reducción de oscilaciones está dispuesto en particular, en una zona de conexión de caja de coche (107.2) del dispositivo de viga (107.1), en el dispositivo de soporte,

y/o

- el elemento de reducción de oscilaciones (107.9) está dispuesto en particular en la zona de conexión de trole (107.6),

y/o

- el elemento de reducción de oscilaciones (107.9) está construido en particular a partir de al menos un material que comprende un plástico, en particular goma.

8. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**

- está previsto un dispositivo de apantallamiento (108) para el ruido aéreo inducido por el dispositivo de trole (104), en donde

- el dispositivo de apantallamiento (108) está dispuesto entre el dispositivo de trole (104) y la estructura de techo (102.3), en particular entre el dispositivo de viga (107.1) y la estructura de techo (102.3),

y/o

- el dispositivo de apantallamiento (108) sobresale en la dirección transversal del vehículo y/o en la dirección longitudinal del vehículo más allá del dispositivo de trole (104),

y/o

- el dispositivo de apantallamiento (108) está soportado sobre la estructura de techo (102.3) a través de una pluralidad de elementos de desacoplamiento de oscilaciones (108.2),

y/o

- el dispositivo de apantallamiento (108) está configurado para amortiguar una entrada de oscilaciones inducida por el dispositivo de trole (104) en un intervalo de frecuencias de 10 Hz a 1200 Hz, preferentemente de 20 Hz a 1000 Hz, más preferentemente de 100 Hz a 800 Hz.

9. Vehículo ferroviario según la reivindicación 8, **caracterizado por que**

- el dispositivo de apantallamiento (108) comprende un elemento de apantallamiento (108.3) esencialmente en forma de placa, en particular esencialmente plano, que está asociado a una cara superior de la estructura de techo (102.3) formando un segundo intersticio, en donde

- el segundo intersticio presenta, en particular, en la dirección en altura del vehículo, una segunda altura de intersticio, que asciende a de 40 mm a 120 mm, preferentemente asciende a de 60 mm a 100 mm, más preferentemente asciende a de 70 mm a 90 mm,

y/o

- el segundo intersticio está configurado en particular como intersticio de aire,

y/o

- en el segundo intersticio está dispuesto en particular al menos un elemento de atenuación del ruido y/o al menos un elemento de amortiguación del ruido,

y/o

- el dispositivo de apantallamiento (108) está configurado esencialmente en forma de cubeta con una zona de borde (108.4) adyacente circunferencialmente al elemento de apantallamiento (108.3), que apunta en particular hacia arriba en la dirección en altura del vehículo,

y/o

- el elemento de apantallamiento (108.3) está construido a partir de al menos un material que comprende acero.

10. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que**

- la cavidad (102.2) está delimitada, al menos por secciones, en particular circunferencialmente, en la dirección longitudinal del vehículo y/o en la dirección transversal del vehículo por una delimitación (102.5), en particular una pared de delimitación, en donde

- el dispositivo de apantallamiento (108), en particular al menos por secciones, preferentemente circunferencialmente, llega a la delimitación (102.5) formando un tercer intersticio estrecho, cuya anchura de intersticio asciende a de 2 mm a 20 mm, preferentemente asciende a de 5 mm a 15 mm, más preferentemente asciende a de 8 mm a 12 mm.

11. Vehículo ferroviario según la reivindicación 10, **caracterizado por que**

- la delimitación (102.5) de la cavidad (102.2) está configurada acodada, en una zona de borde de la cavidad (102.2), en la transición hacia un recubrimiento exterior de la caja de coche (102), en al menos una sección biselada (102.6, 102.7), a modo de un bisel, con el fin de formar un canto de desprendimiento de flujo (102.8, 102.9) definido

para una corriente de aire que barre el recubrimiento exterior de la caja de coche (102), en donde

- la zona de borde de la cavidad (102.2) presenta una sección delantera (102.6) y una sección trasera (102.7), que se extienden en cada caso al menos parcialmente en la dirección transversal del vehículo entre dos secciones laterales (102.10) que se extienden en cada caso en la dirección longitudinal del vehículo, y
- la al menos una sección biselada (102.6, 102.7) se extiende al menos por el 75 %, preferentemente al menos por el 90 %, más preferentemente por esencialmente el 100 %, de la sección delantera (102.6) y/o de la sección trasera (102.7).

12. Vehículo ferroviario según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que**

- el dispositivo de trole (104) presenta una posición de reposo replegada en el interior de la cavidad (102.2), en donde
- el dispositivo de trole (104) sobresale de una superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior (102.1) de la caja de coche (102), en la posición de reposo, en la dirección en altura del vehículo como máximo 90 mm, preferentemente como máximo 70 mm, más preferentemente como máximo 50 mm, y/o
- el dispositivo de trole (104) esencialmente no sobresale de una superficie envolvente definida por el recubrimiento exterior (102.1) de la caja de coche (102), en la posición de reposo, en la dirección en altura del vehículo.

13. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**

- el dispositivo de trole (104) presenta un aislamiento eléctrico para la separación de potencial de una parte del dispositivo de trole (104) situada en el nivel de alta tensión con respecto al dispositivo de viga (107.1), en donde
- el dispositivo de trole (104) presenta en particular al menos un primer brazo pivotante articulado al dispositivo de viga (107.1), que comprende un dispositivo aislador para la separación de potencial, y/o
- el dispositivo de trole (104) está configurado en particular a modo de un pantógrafo de brazo, cuyos componentes articulados al dispositivo de viga (107.1) están dotados de un dispositivo aislador para la separación de potencial.

14. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está configurado para el transporte de alta velocidad a una velocidad nominal por encima de 250 km/h, en particular por encima de 300 km/h, en particular de 320 km/h a 390 km/h.

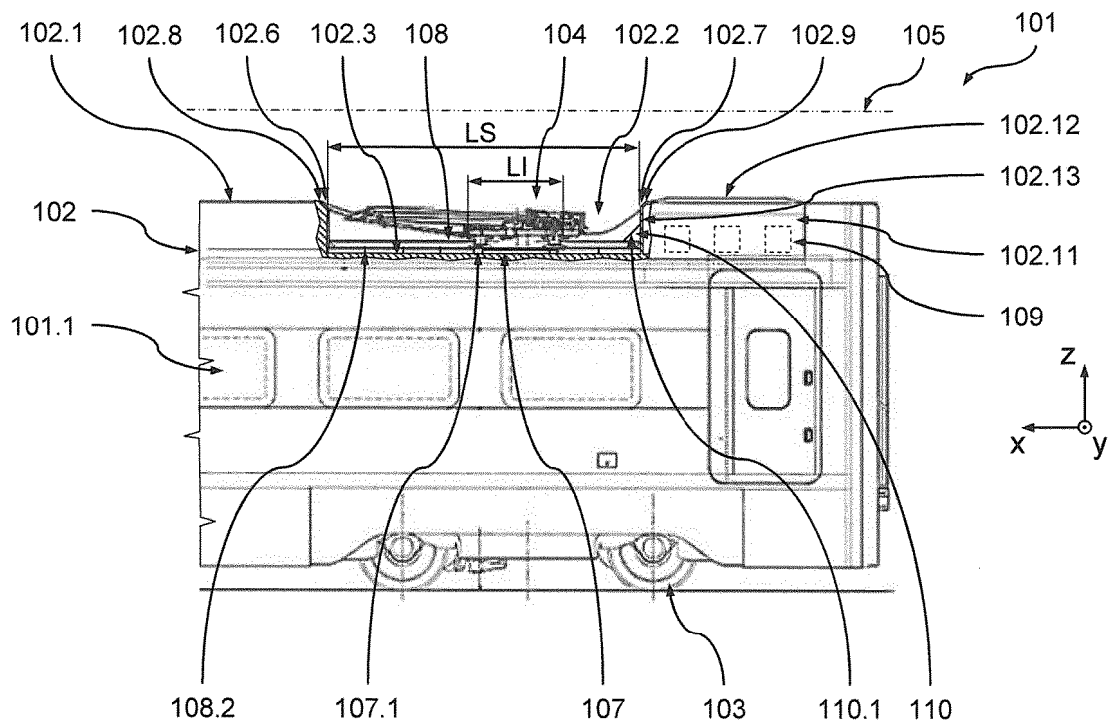


Fig. 1

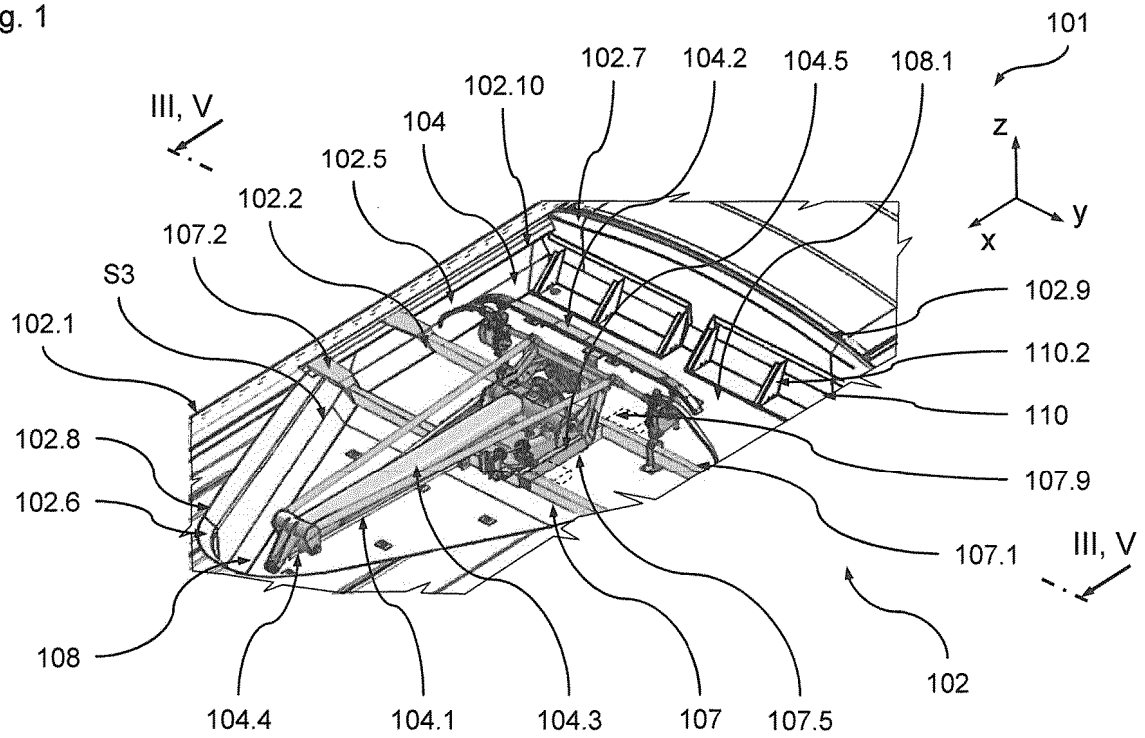


Fig. 2

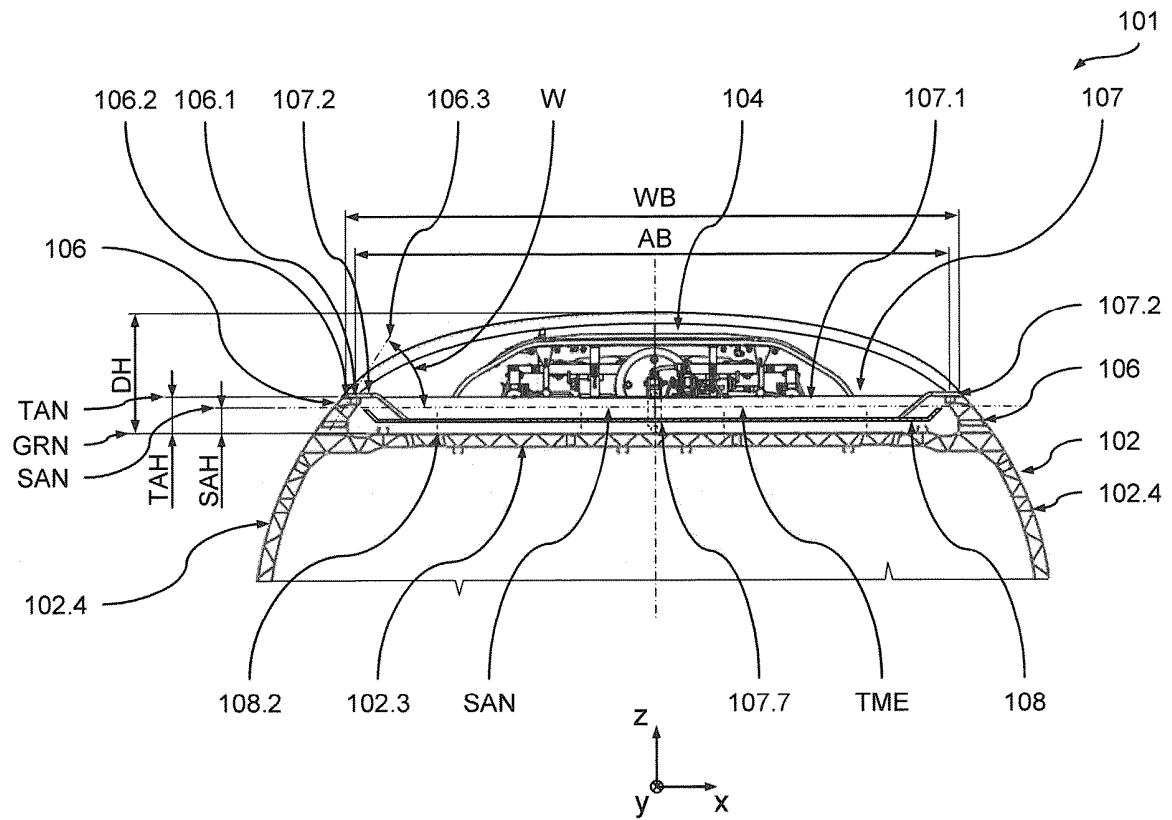


Fig. 3

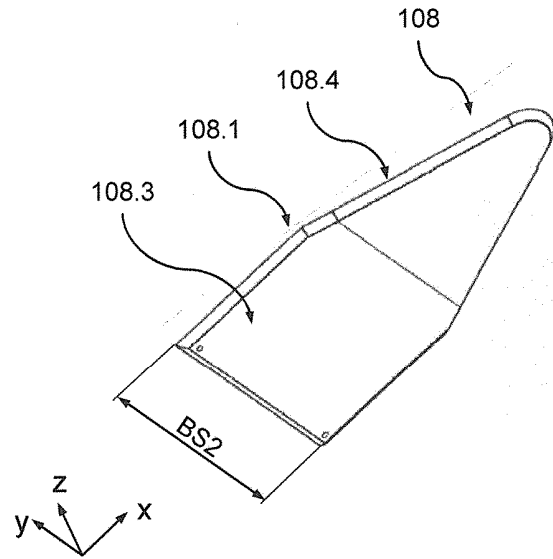


Fig. 4

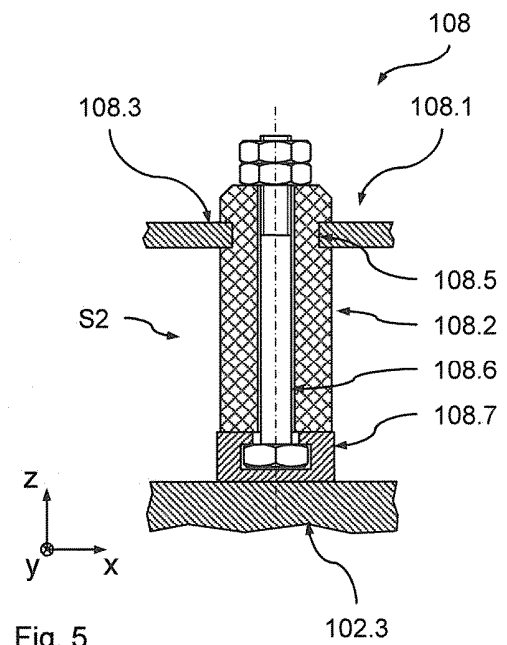


Fig. 5