

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 981 701**

51 Int. Cl.:

B61G 9/04 (2006.01)

B61G 11/16 (2006.01)

B61F 19/04 (2006.01)

B61G 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2021** **E 21200880 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2024** **EP 3981666**

54 Título: **Vehículo ferroviario que comprende un sistema de absorción de la energía de colisión**

30 Prioridad:

07.10.2020 FR 2010251

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
10.10.2024

73 Titular/es:

**SPEEDINNOV (100.0%)
9 rue Boissy d'Anglas
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**DEBOST, PIERRE;
SICOT, PATRICK;
BARON, LAURENT y
BELLOT, LAURENT**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 981 701 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 que comprende un sistema de absorción de la energía de colisión

5 La presente invención se refiere a un vehículo ferroviario que comprende:

– al menos un primer y un segundo coche adyacentes dispuestos uno detrás del otro longitudinalmente y conectados entre sí;

10 – un bogie situado a cada lado de una conexión entre el primer y el segundo coche, estando cada bogie cerca de uno del primer y segundo coche;

– un primer sistema de absorción de la energía de colisión, localizado en la conexión entre el primer y el segundo coche, que comprende al menos una barra de conexión equipada con un sistema irreversible de absorción de energía localizado en la barra de conexión, estando dicha barra de conexión unida por uno de sus extremos al primer coche y por el otro de sus extremos al segundo coche.

Los vehículos ferroviarios, concretamente los trenes de alta velocidad pueden llegar a chocar con obstáculos presentes en la vía (por ejemplo, otro vehículo ferroviario, un vehículo automóvil, etc.). Con el fin de reducir las consecuencias del choque y preservar lo mejor posible la integridad del conductor y de los pasajeros, se conoce en el estado de la técnica equipar los vehículos ferroviarios con uno o varios sistemas de absorción de energía para convertir la totalidad o parte de la energía cinética del choque en energía de deformación mecánica. Por ejemplo, se conoce equipar la parte delantera de las unidades motrices con estructuras en nido de abeja que forman un escudo de absorción de energía en caso de choque.

25 Así pues, los textos normativos, por ejemplo la norma europea EN 15227, enumeran todos los requisitos en términos de seguridad pasiva contra colisiones que debe cumplir un vehículo ferroviario que transporte pasajeros. Concretamente, fija el nivel límite de desaceleración admisible para un vehículo ferroviario que transporte pasajeros.

30 EP 3 456 602 muestra un vehículo ferroviario en el que la unidad motriz y el primer coche están unidos entre sí por medio de una barra de enganche equipada con un dispositivo de absorción de energía de deformación reversible y un dispositivo de absorción de energía de deformación no reversible. Unos amortiguadores laterales están presentes a ambos lados de la barra de enganche.

35 EP 1 927 524 describe un tren que comprende una pluralidad de vagones e interfaces entre los vagones. Cada interfaz está equipada con elementos capaces de deformarse plásticamente cuando una carga de compresión longitudinal supera un umbral predeterminado.

40 El objetivo de la invención es proponer un vehículo ferroviario que mejore la seguridad en caso de colisión. Para ello, la invención propone un vehículo ferroviario con las características de la reivindicación 1.

Según realizaciones particulares, el vehículo ferroviario según la invención consta de una o varias de las siguientes características:

45 – al menos uno de los módulos de deformación irreversible es extraíble;

– el primer sistema de absorción de energía de colisión comprende al menos un par de módulos de deformación irreversible que comprenden un primer módulo fijado al primer coche y un segundo módulo fijado al segundo coche, enfrente del primer módulo;

50 – los módulos de deformación irreversible están provistos en su extremo de un sistema antisolapamiento que comprende una pluralidad de canales huecos sustancialmente paralelos;

– los canales huecos del sistema antisolapamiento están orientados en un ángulo de 40 a 50°, de forma típica en un ángulo de 45°, con respecto al plano de rodadura del vehículo;

55 – los canales huecos del sistema antisolapamiento están separados por una distancia de 50 a 80 mm, preferiblemente de 60 a 70 mm, de forma típica de 60 mm;

60 – el primer sistema de absorción de energía de colisión comprende dos pares de módulos de deformación irreversible como se definió anteriormente, estando los dos pares de módulos colocados a ambos lados de la barra de conexión;

65 – las generatrices de los canales huecos de dos módulos de deformación irreversible y transportados por un mismo extremo de un coche están desplazados angularmente;

– el primer coche es un coche de cabeza y el segundo coche es un coche adyacente al coche de cabeza, y el vehículo comprende una pluralidad de coches intermedios que se extienden entre el coche de cabeza y un coche de cola, estando cada par de coches intermedios adyacentes unidos por un bogie común;

5 – el primer coche es un coche de cabeza y el segundo coche es un coche adyacente al coche de cabeza, y el vehículo comprende una pluralidad de coches intermedios que se extienden entre el coche de cabeza y un coche de cola, estando cada par de coches intermedios adyacentes unidos por una barra de conexión;

10 – el vehículo ferroviario comprende además un segundo sistema de absorción de energía de colisión localizado en la parte delantera de un coche de cabeza del vehículo y comprendiendo un enganche automático de absorción de energía y una pluralidad de módulos de deformación irreversible configurados para deformarse en la dirección longitudinal.

15 La invención se comprenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción, facilitada únicamente a modo de ejemplo y realizada haciendo referencia a los dibujos entre los que:

– La Figura 1 es una representación longitudinal de un vehículo ferroviario según una primera realización de la invención.

20 – La Figura 2 es una vista desde abajo del área de conexión entre un coche de cabeza y un coche adyacente del vehículo de la Figura 1 que presenta un ejemplo de un primer sistema de absorción de energía de colisión.

– La Figura 3 es una vista en perspectiva de un módulo de deformación del primer sistema de energía de colisión según una realización preferida de la invención.

25 – La Figura 4 es una vista isométrica de la parte delantera del coche de cabeza de la Figura 1 que presenta un ejemplo de un segundo sistema de absorción de energía de colisión.

30 – La Figura 5 es una vista desde abajo de la parte delantera del coche de cabeza de la Figura 1 que presenta un ejemplo del segundo sistema de absorción de energía de colisión.

– Las Figuras 6 a 8 son vistas esquemáticas desde arriba del área de conexión de la Figura 2 que presentan el comportamiento del primer sistema de absorción de energía de colisión en diferentes etapas de absorción de un choque frontal.

35 – La Figura 9 es una representación longitudinal de un vehículo ferroviario según una segunda realización de la invención.

40 En la descripción, los términos “superior” e “inferior” se definen con respecto a una dirección de elevación de un vehículo ferroviario cuando se encuentra dispuesto sobre carriles, es decir sustancialmente vertical. La dirección longitudinal está definida por la dirección de circulación del vehículo ferroviario.

45 En la Figura 1 se representa esquemáticamente un vehículo ferroviario 1 según una primera realización de la invención. El vehículo ferroviario 1 consta al menos de dos coches intermedios 3 adyacentes dispuestos longitudinalmente uno detrás de otro en dirección X y articulados entre sí. Por ejemplo, los coches intermedios 3 están previstos para transportar pasajeros.

50 Además, el vehículo ferroviario 1 comprende al menos un coche 5A, 5B de cabeza unido a un primero de los coches intermedios 7. Cada coche 5A, 5B de cabeza consta de un chasis 9, una cabina de pilotaje y un escudo 11 de protección fijado en la cabina. En la realización que se presenta en la Figura 1, el vehículo ferroviario 1 consta de dos coches 5A, 5B de cabeza colocados en los dos extremos opuestos del vehículo ferroviario 1 para facilitar el movimiento del vehículo ferroviario 1 en un sentido de circulación o en el sentido contrario.

55 Cada coche 5A, 5B de cabeza consta de al menos dos bogies 13 propios.

Cada primer coche intermedio 7 consta de al menos un bogie 14 propio.

60 El vehículo ferroviario 1 también consta de una pluralidad de bogies intermedios 15 dispuestos entre dos coches intermedios 3 adyacentes. Cada bogie intermedio 15 lleva directamente los extremos 17, 19 enfrentados de dos coches intermedios 3 adyacentes. Este tipo de vehículo ferroviario se denomina “articulado”. Los bogies 15 son, por ejemplo, del mismo tipo que los descritos en el documento EP 2 883 776 A1 y no se describirán en detalle aquí.

Como se puede ver en la Figura 1, un primer sistema 20 de absorción de colisiones se encuentra entre cada coche 5A, 5B de cabeza y el primer coche intermedio 7 adyacente. Los primeros sistemas 20 de absorción de energía de

colisión situados entre cada coche 5A, 5B de cabeza y el primer coche intermedio 7 adyacente son estrictamente idénticos.

En esta primera realización de la invención, el primer coche está constituido por uno de los coches 5A, 5B de cabeza y el segundo coche está constituido por el primero de los coches intermedios 7, adyacente al coche 5A, 5B de cabeza.

Según una realización, cada coche 5A, 5B de cabeza comprende además un segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión situado en la parte delantera de dichos coches 5A, 5B de cabeza.

Según una realización, no se encuentra ningún sistema de absorción de energía de colisión entre dos coches intermedios 3 adyacentes.

Ventajosamente, el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión y el segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión están dimensionados para absorber juntos toda la energía de una colisión, por ejemplo, tal como se define en un texto normativo sobre seguridad pasiva, en particular la norma europea EN 15227.

En la Figura 2 se representa el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión. Para cada par de automóviles adyacentes entre los que se extiende el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión, el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión comprende una pluralidad de módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible configurados para deformarse plásticamente en dirección longitudinal y al menos una barra 34 de conexión. Un primer extremo 36A de la barra 34 de conexión está unido a un extremo trasero de un chasis 9 de un primer coche de dicho par. El segundo extremo 36B de la barra 34 de conexión está unido a un extremo delantero de un segundo coche de dicho par.

Como se puede ver en la Figura 2, el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión consta de 2 pares de módulos 30, 32 de deformación irreversible, colocados a ambos lados de la barra 34 de conexión. Cada par de módulos 30, 32 consta de un primer módulo 30A, 32A fijado en un extremo trasero de un chasis 9 del primer coche y un segundo módulo 30B, 32B fijado en un extremo delantero del segundo coche, enfrente del primer módulo 30A, 32A.

Los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible tienen sustancialmente una forma de tronco de pirámide que se ensancha progresivamente desde sus caras delanteras 38 hacia sus caras traseras 40. Los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible están formados por un conjunto de chapas metálicas mecanosoldadas entre sí para definir una caja compresible axialmente por deformación plástica durante una colisión en la cara delantera 38 del módulo 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible.

La caja de cada uno de los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible consta de una pluralidad de compartimentos acoplados entre sí en dirección longitudinal. Así, durante una colisión en la cara delantera 38 del módulo 30A, 30B, 32A, 32B, los compartimentos se deforman de forma plástica sucesivamente y se comprimen unos sobre otros en dirección longitudinal para absorber la energía de la colisión.

La capacidad de absorción de energía de cada módulo 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible está comprendida, por ejemplo, entre 220 kJ y 320 kJ, de forma típica 250 kJ.

Ventajosamente, los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible son extraíbles. Por ejemplo, se atornillan respectivamente en el chasis 9 del primer coche o en el extremo delantero del segundo coche. Los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible son fácilmente reemplazables, concretamente después de una colisión.

Esto permite que el vehículo ferroviario 1 funcione más rápidamente, concretamente en caso de colisiones de baja energía.

Los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación irreversible comprenden, en su cara 38 de extremo, un sistema antisolapamiento que comprende una pluralidad de canales huecos 42, sustancialmente paralelos. Cada módulo 30A, 30B, 32A, 32B comprende de 4 a 8 canales huecos, de forma típica 6 canales huecos. Los canales huecos 42 están orientados en un ángulo de 30° a 60°, de forma típica en un ángulo de 45°, con respecto al plano de rodadura del vehículo.

Las generatrices de los canales huecos 42 de dos módulos 30A, 32A (o 30B, 32B) que lleva un mismo extremo de un coche están desplazadas angularmente. En particular, las generatrices de los canales huecos 42 de dos módulos 30A, 32A (o 30B, 32B) que lleva un mismo extremo de un vehículo forman un elemento a modo de cabrio.

Los canales huecos 42 se constituyen de forma típica de láminas metálicas mecanosoldadas en la cara 38 de extremo de los módulos 30A, 30B, 32A, 32B. Estos canales huecos pueden ser planos o en forma de V. La profundidad de los canales huecos es de 40 a 70 mm, de forma típica de 60 mm. El espesor de los canales huecos 42 es de 10 a 50 mm, de forma típica de 15 a 37 mm. Los canales huecos 42 del sistema antisolapamiento están separados por una distancia de 50 a 80 mm, preferiblemente de 60 a 70 mm, de forma típica de 60 mm.

Según una realización, los canales huecos 42 se obtienen mediante el plegado de una chapa metálica. Preferiblemente, la chapa metálica se pliega según un perfil de dientes de sierra, para formar una pluralidad de canales huecos 42 solidarios. La chapa metálica plegada se fija directamente en la cara 38 de extremo de los módulos 30A, 30B, 32A, 32B, concretamente sin necesitar la separación de los canales huecos 42.

En la Figura 3 se representa un módulo 30A, 30B, 32A, 32B de deformación según una realización preferida de la invención. Cada módulo 30A, 30B, 32A, 32B comprende 6 canales huecos 42 distribuidos en dos láminas metálicas 43, estando cada lámina metálica 43 plegada para formar 3 canales huecos 42. Los canales huecos 42 están orientados en un ángulo de 45 °C con respecto al plano de rodadura del vehículo, es decir, según la diagonal de la cara delantera 38 del módulo 30A, 30B, 32A, 32B. El perfil de plegado de la chapa metálica consiste en la sucesión de salientes de formas triangulares redondeadas en su extremo superior. La anchura máxima de los salientes, en la base de los triángulos, va de 20 a 50 mm, de forma típica de 35 a 40 mm. La anchura mínima de los salientes, en el extremo superior de los triángulos, va de 5 a 20 mm, de forma típica de 10 a 15 mm. Las dos láminas metálicas están separadas por una distancia de 50 a 250 mm, preferiblemente de 100 a 200 mm, de forma típica de 150 a 200 mm. La barra 34 de conexión consta de al menos un sistema reversible 44 de absorción de energía y al menos un sistema irreversible 46 de absorción de energía.

El sistema reversible 44 de absorción de energía se realiza, por ejemplo, mediante cápsulas hidráulicas de gas que permiten amortiguar los choques de baja intensidad. Las cápsulas hidráulicas de gas funcionan como un pistón amortiguador. Estas constan de un primer cilindro capaz de moverse longitudinalmente en el interior de un segundo cilindro hueco con un diámetro mayor que el del primer cilindro. El recorrido del primer cilindro se ralentiza mediante un fluido (por ejemplo aceite) y la energía se disipa, por ejemplo en forma de calor.

De forma típica, el recorrido máximo del primer cilindro está comprendido entre 60 mm y 200 mm.

Por ejemplo, la capacidad de absorción de energía del sistema reversible de absorción de energía es de 30 a 200 kJ, de forma típica 80 kJ.

El sistema irreversible 46 de absorción de energía está constituido, por ejemplo, por un tubo de deformación. El tubo de deformación consta de un primer cilindro que se extiende longitudinalmente en forma de saliente. El primer cilindro se embute por la fuerza en un segundo cilindro que presenta un diámetro más pequeño que el del primer cilindro. Así, en caso de choque, el primer cilindro extrude y deforma de forma plástica el segundo cilindro.

El sistema irreversible de absorción de energía permite, por ejemplo, absorber una cantidad de energía comprendida entre 500 y 2400 kJ, de forma típica 1200 kJ.

En las Figuras 4 y 5 se representa el segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión. Cuando está presente, este sistema se coloca en cada extremo del tren. El segundo sistema 22 de absorción de energía consta de una pluralidad de módulos de deformación configurados para deformarse en dirección longitudinal, y un enganche automático 50 de absorción de energía que comprende, por ejemplo, un sistema 52 de retirada que garantiza tanto una absorción irreversible como un retirada guiada, como un tubo de deformación.

Como se puede ver en la Figura 4, el segundo sistema 22 de absorción de energía consta de dos módulos 54 de deformación irreversible fijados en un extremo delantero del chasis 9 del coche 5A, 5B de cabeza unidos por un travesaño 56 de conexión, dos módulos 58 de deformación irreversible inferiores fijados a dicho travesaño 56 de conexión y dos módulos 60 de deformación irreversible superiores fijados al escudo 11 de protección de la cabina de pilotaje del coche 5A, 5B de cabeza.

Los módulos 58 de deformación irreversible inferiores y los módulos 60 de deformación irreversible superiores tienen sustancialmente una forma de tronco de pirámide que se ensancha progresivamente desde sus caras delanteras 62 hacia sus caras traseras 64. Los módulos 58 de deformación irreversible inferiores y los módulos 60 de deformación irreversible superiores están formados por un conjunto de chapas metálicas mecanosoldadas entre sí para definir una caja compresible axialmente por deformación plástica durante una colisión en la cara delantera 62 del módulo 58, 60 de deformación irreversible.

Como se puede ver en las Figuras 4 y 5, la caja de cada uno de los módulos 58, 60 de deformación irreversible consta de una pluralidad de compartimentos acoplados entre sí en dirección longitudinal. Así, durante una colisión en la cara delantera 62 del módulo 58, 60, los compartimentos se deforman de forma plástica sucesivamente y se comprimen unos sobre otros en dirección longitudinal para absorber la energía de la colisión.

La capacidad de absorción de energía de cada módulo 58 de deformación inferior está comprendida, por ejemplo, entre 220 kJ y 320 kJ, de forma típica 250 kJ.

Los módulos 58 de deformación inferiores son globalmente similares a los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación del primer sistema de absorción de energía de colisión definidos anteriormente.

La capacidad de absorción de energía de cada módulo 60 de deformación superior está comprendida, por ejemplo, entre 500 kJ y 1000 kJ, de forma típica 700 kJ.

5 Los módulos 58 de deformación irreversible inferiores se califican generalmente como de antisolapamiento, ya que permiten evitar que, en caso de colisión con otro vehículo ferroviario, los dos vehículos se solapen.

10 Los módulos 60 de deformación irreversible superiores se denominan generalmente escudos absorbentes. Por lo tanto, absorben más particularmente la energía de colisión en el puesto de conducción en la parte delantera del coche 5A, 5B de cabeza. Concretamente, esto permite proteger la zona de conducción en caso de colisión con obstáculos en la carretera, como los camiones.

15 Los módulos 58 de deformación irreversible inferiores y los módulos 60 de deformación irreversible superiores comprenden, en su cara delantera 62, un sistema antisolapamiento que comprende una pluralidad de canales huecos 66, sustancialmente paralelos. Cada módulo 58, 60 comprende de 4 a 8 canales huecos, de forma típica 6 canales huecos.

20 Según una realización preferida, los canales huecos 66 son horizontales, es decir, paralelos con respecto al plano de rodadura del vehículo ferroviario 1. Según una realización alternativa, la orientación de los canales huecos 66 de los módulos 58, 60 es idéntica a la de los módulos 30A, 32A, 30B, 32B del primer sistema 20 de absorción de energía de colisión definido anteriormente.

25 Ventajosamente, los módulos 58 de deformación inferiores y los módulos 60 de deformación irreversible superiores son extraíbles. Por ejemplo, se empernan respectivamente en el travesaño 56 de conexión y en el chasis 9 del coche 5A, 5B de cabeza y, por lo tanto, se pueden reemplazar si es necesario después de una colisión.

Esto permite hacer el vehículo ferroviario 1 operativo con mayor rapidez, concretamente en caso de colisiones de baja energía que no afecten a los módulos 54 de deformación irreversible.

30 Los módulos 54 de deformación irreversible se fijan al chasis 9 del coche 5A, 5B de cabeza, por ejemplo mediante soldadura.

35 Los módulos 54 de deformación irreversible tienen sustancialmente una forma paralelepípeda y se extienden sobresaliendo del chasis 9 del coche 5A, 5B de cabeza en dirección longitudinal. Los módulos 54 de deformación irreversible tienen una estructura de compartimentos, similar a lo descrito anteriormente.

La capacidad de absorción de energía de cada módulo 54 de deformación reversible está comprendida, por ejemplo, entre 800 kJ y 1000 kJ, de forma típica 900 kJ.

40 Los módulos 54 de deformación irreversible son una extensión de los módulos 58 de deformación irreversible inferiores, y se sitúan entre la cabina de pilotaje y los módulos 58 de deformación irreversible inferiores.

45 El enganche automático 50 se fija en la parte delantera del coche 5A, 5B de cabeza de forma saliente. Este se inserta en una abertura 68 realizada en el travesaño 56 de conexión, entre los dos módulos 54 de deformación irreversible. El enganche automático 50 consta de un cabezal 70 de enganche que garantiza la función de acoplamiento automático a otro vehículo ferroviario, un absorbedor 72 de energía reversible y un absorbedor 74 de energía no reversible.

50 El cabezal 70 de enganche no se describirá en detalle aquí y se conoce en el estado de la técnica. El cabezal 70 de enganche sobresale con respecto al extremo del coche 5A, 5B de cabeza y permite garantizar una conexión mecánica, neumática y eléctrica entre el coche de cabeza y el vehículo ferroviario que está enganchado a él.

55 El absorbedor 72 de energía reversible se realiza, por ejemplo, mediante cápsulas hidráulicas de gas que permiten amortiguar los choques de baja intensidad. Las cápsulas hidráulicas de gas funcionan como un pistón amortiguador. Estas constan de un primer cilindro capaz de moverse longitudinalmente en el interior de un segundo cilindro hueco con un diámetro mayor que el del primer cilindro. El recorrido del primer cilindro se ralentiza mediante un fluido (por ejemplo, aceite) y la energía se disipa, por ejemplo en forma de calor.

De forma típica, el recorrido máximo del primer cilindro está comprendido entre 60 mm y 200 mm.

60 Por ejemplo, la capacidad de absorción de energía del absorbedor 72 de energía reversible está comprendida entre 30 kJ y 200 kJ, de forma típica 80 kJ.

Como se puede ver en la Figura 5, el sistema 52 de retirada se extiende longitudinalmente debajo del chasis 9 del coche 5A, 5B de cabeza.

El sistema 52 de retirada consta de un primer cilindro que se extiende longitudinalmente de forma saliente. El primer cilindro se embute por la fuerza en un segundo cilindro que presenta un diámetro más pequeño que el del primer cilindro. Así, en caso de choque, el primer cilindro extrude y deforma de forma plástica el segundo cilindro.

- 5 El absorbedor 74 de energía irreversible permite, por ejemplo, absorber una cantidad de energía comprendida entre 500 y 2400 kJ, de forma típica 1200 kJ.

10 El funcionamiento del conjunto del primer sistema 20 de absorción de energía de colisión y del segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión del vehículo ferroviario 1 se describirá ahora en relación con las Figuras 6 a 8, que presentan el comportamiento en diferentes etapas del primer sistema 22 de absorción de energía de colisión en caso de colisión frontal del vehículo ferroviario 1.

15 Por supuesto, este escenario de colisión es indicativo y no limitativo, ya que el conjunto del primer sistema 20 de absorción de energía de colisión y el conjunto del segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión están dimensionados para absorber toda la energía de una colisión tal como se define en la norma europea EN 15227 o cualquier otra norma de seguridad pasiva, como se ha descrito anteriormente.

20 Cuando la parte delantera del coche 5A, 5B de cabeza choca con un obstáculo (no representado), en primer lugar el segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión comienza a absorber la energía de colisión. El funcionamiento del segundo sistema de absorción de energía de colisión se detalla en EP 3 456 602 y no se describe en detalle aquí.

25 En cuanto se produce el impacto entre el coche 5A, 5B de cabeza y el obstáculo, el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión también se activa. En un primer momento (Figura 6), el impacto provoca un movimiento relativo del coche 5A, 5B de cabeza con respecto al primer coche intermedio 7 adyacente. De forma más general, el impacto provoca un movimiento relativo de un primer coche con respecto a un segundo coche entre los que se extiende el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión. El absorbedor 44 de energía reversible de la barra 34 de conexión comienza a absorber parte de la energía de colisión. Cuando se excede la capacidad reversible de la barra de conexión, se incide sobre el absorbedor de energía no reversible de la barra 34 de conexión y el tubo 46 de deformación comienza a deformarse (Figura 7). El primer coche y el segundo coche se acercan de manera que los canales huecos 42 de los módulos 30A, 30B y 32A, 32B situados unos frente a otros se intercalan. A continuación, los módulos 30A, 30B y 32A, 32B situados unos frente a otros entran en contacto y comienzan a deformarse al comprimirse longitudinalmente mientras el tubo 46 de deformación continúa deformándose hasta alcanzar la máxima capacidad de absorción. En la etapa final (Figura 8), el tubo de deformación se deforma al máximo, los canales huecos (42) de los módulos 30A, 30B y 32A, 32B situados unos frente a otros se intercalan y la compresión de los módulos de deformación es máxima. El primer sistema de absorción de energía permite así, de forma típica, absorber una cantidad de energía comprendida entre 1000 kJ y 4000 kJ, de forma típica 2000 kJ.

En la Figura 9 se representa esquemáticamente un vehículo ferroviario según una segunda realización de la invención.

- 40 El vehículo ferroviario 1 consta al menos de dos coches intermedios 3 adyacentes dispuestos longitudinalmente uno detrás de otro en dirección X y no articulados entre sí. Por ejemplo, los coches intermedios 3 están previstos para transportar pasajeros.

45 Además, el vehículo ferroviario 1 comprende al menos un coche 5A, 5B de cabeza unido a un primero de los coches intermedios 7. Cada coche 5A, 5B de cabeza consta de un chasis 9, una cabina de pilotaje y un escudo 11 de protección fijado en la cabina. En la realización que se presenta en la Figura 9, el vehículo ferroviario 1 consta de dos coches 5A, 5B de cabeza colocados en los dos extremos opuestos del vehículo ferroviario 1 para facilitar el movimiento del vehículo ferroviario 1 en un sentido de circulación o en el sentido contrario.

- 50 Cada coche 5A, 5B de cabeza y cada coche intermedio 7, 3 consta de al menos dos bogies 13, 14 propios.

Cada par de coches intermedios 3 adyacentes están unidos entre sí por una barra 34 de enganche o de conexión.

- 55 Como se puede ver en la Figura 9, un primer sistema 20 de absorción de colisiones se encuentra entre cada coche 5A, 5B de cabeza y el primer coche intermedio 7 adyacente, así como entre al menos dos coches intermedios 3 adyacentes, preferiblemente entre cada par de coches intermedios 3 adyacentes.

60 Los primeros sistemas 20 de absorción de energía de colisión situados entre cada coche 5A, 5B de cabeza y el primer coche intermedio 7 adyacente son estrictamente idénticos, al igual que los primeros sistemas 20 de absorción de energía de colisión situados entre dos coches intermedios 3 adyacentes.

En esta segunda modo realización de la invención, el primer coche está por lo tanto constituido por uno de los coches 5A, 5B de cabeza o por uno de los coches intermedios 3, y el segundo coche está constituido por un coche intermedio 3, 7, adyacente al primer coche 5A, 5B, 3.

65

Según una realización, cada coche 5A, 5B de cabeza comprende además un segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión situado en la parte delantera de dichos coches 5A, 5B de cabeza.

5 Ventajosamente, el primer sistema 20 de absorción de energía de colisión y el segundo sistema 22 de absorción de energía de colisión están dimensionados para absorber juntos toda la energía de una colisión, por ejemplo, tal como se define en un texto normativo sobre seguridad pasiva, en particular la norma europea EN 15227.

10 La estructura del primer 20 y del segundo 22 sistema de absorción de energía de colisión, así como su funcionamiento tras una colisión frontal del vehículo ferroviario 1, son análogas a las descritas anteriormente en el contexto de un tren articulado con referencia a las Figuras 1 a 8.

Así, el vehículo ferroviario 1 según la invención permite limitar la tasa de desaceleración y absorber toda la energía de una colisión. Por lo tanto, se garantiza la integridad de los pasajeros y del conductor.

15 En el caso de un tren “articulado” (1ª realización representada en la Figura 1) o un tren “no articulado” (2ª realización representada en la Figura 9), debido a la articulación entre cada coche intermedio 3 adyacente, o la barra 34 de conexión que une los coches intermedios 3 adyacentes, estos últimos forman una única masa y, por consiguiente, las desaceleraciones son homogéneas a lo largo del vehículo ferroviario 1 y los pasajeros sienten la misma desaceleración independientemente del coche intermedio 3 en el que se encuentren. Los módulos 30A, 30B, 32A, 32B de deformación
20 permiten además limitar el riesgo de descarrilamiento de los coches. Por último, la disposición de los canales huecos 42 permite minimizar los movimientos relativos a los coches, en particular los movimientos transversales y verticales. En particular, permite limitar el riesgo de descarrilamiento de los coches.

REIVINDICACIONES

1. Vehículo ferroviario (1) que comprende:
 - 5 - al menos un primer (5A, 5B, 3) y un segundo (7, 3) coche adyacentes dispuestos uno detrás del otro longitudinalmente y unidos entre sí;
 - un bogie (13, 14) situado a cada lado de una conexión entre el primer (5A, 5B, 3) y el segundo (7, 3) coche, estando cada bogie (13, 14) cerca de uno del primer (5A, 5B, 3) y segundo (7, 3) coche;
 - 10 - un primer sistema (20) de absorción de la energía de colisión, situado en la conexión entre el primer (5A, 5B, 3) y el segundo (7, 3) coche, que comprende al menos una barra (34) de conexión equipada con un sistema irreversible (46) de absorción de energía localizado en la barra (34) de conexión, estando dicha barra (34) de conexión unida por uno de sus extremos (36A) al primer coche (5A, 5B, 3) y por el otro de sus extremos (36B) al segundo coche (7, 3);
 - 15 constando dicho primer sistema (20) de absorción de energía de colisión además de una pluralidad de módulos (30A, 30B, 32A, 32B) de deformación irreversible configurados para deformarse según la dirección longitudinal,
 - 20 comprendiendo dichos módulos (30A, 30B, 32A, 32B) de deformación irreversible una cara (38) de extremo provista de un sistema antisolapamiento que comprende una pluralidad de canales huecos (42), sustancialmente paralelos,
 - 25 caracterizado porque dichos canales huecos (42) están orientados en un ángulo de 30° a 60°, con respecto al plano de rodadura del vehículo.
2. Vehículo ferroviario (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos uno de los módulos (30A, 30B, 32A, 32B) de deformación irreversible es extraíble.
- 30 3. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el primer sistema (20) de absorción de energía de colisión comprende al menos un par de módulos (30A, 30B, 32A, 32B) de deformación irreversible que comprende un primer módulo (30A, 32A) fijado al primer coche (5A, 5B, 3) y un segundo módulo (30B, 32B) fijado al segundo coche (7,3), enfrente del primer módulo.
- 35 4. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3, caracterizado porque los canales huecos (42) del sistema antisolapamiento están orientados en un ángulo de 40 a 50°, de forma típica en un ángulo de 45°, con respecto al plano de rodadura del vehículo.
- 40 5. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los canales huecos (42) del sistema antisolapamiento están separados por una distancia de 50 a 80 mm, preferiblemente de 60 a 70 mm, de forma típica de 60 mm.
- 45 6. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado porque el primer sistema (20) de absorción de energía de colisión comprende dos pares de módulos (30A, 30B, 32A, 32B) de deformación irreversible tal y como se definen en la reivindicación 3, estando ambos pares de módulos colocados a ambos lados de la barra (34) de conexión.
- 50 7. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado porque los canales huecos (42) de dos módulos (30A, 32A, 30B, 32B) de deformación irreversible que lleva un mismo extremo de un coche se extienden según generatrices que están desplazadas angularmente.
- 55 8. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el primer coche es un coche (5A, 5B) de cabeza y el segundo coche es un coche adyacente (7) al coche de cabeza, y porque el vehículo comprende una pluralidad de coches intermedios (3) que se extienden entre el coche (5A, 5B) de cabeza y un coche (5B, 5A) de cola, estando cada par de coches intermedios (3) adyacentes unidos por un bogie (15) común.
- 60 9. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el primer coche es un coche (5A, 5B) de cabeza y el segundo coche es un coche adyacente (7) al coche de cabeza, y porque el vehículo comprende una pluralidad de coches intermedios (3) que se extienden entre el coche (5A, 5B) de cabeza y un coche (5B, 5A) de cola, estando cada par de coches intermedios (3) adyacentes unidos por una barra de conexión (34).
- 65 10. Vehículo ferroviario (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende, además, un segundo sistema (22) de absorción de energía de colisión localizado en la parte delantera de un coche (5A,

5B) de cabeza del vehículo y que comprende un enganche automático (50) de absorción de energía y una pluralidad de módulos (54, 58, 60) de deformación irreversible configurados para deformarse en dirección longitudinal.

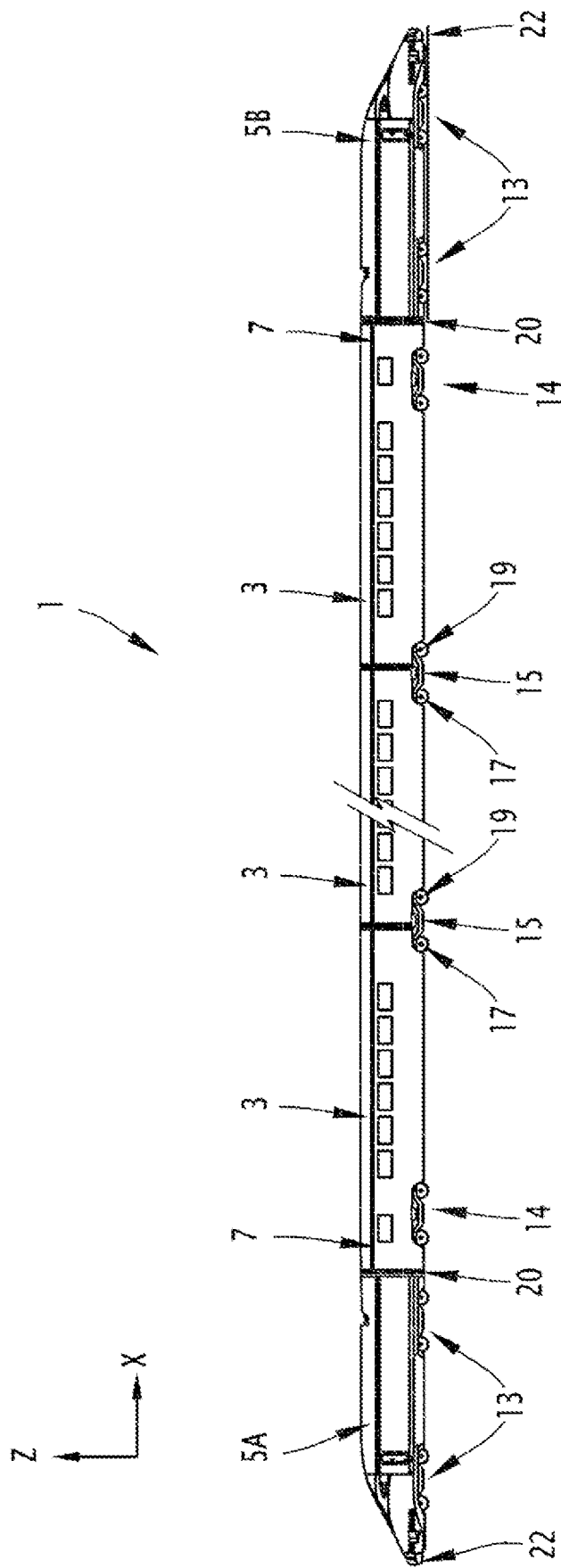


Figura 1

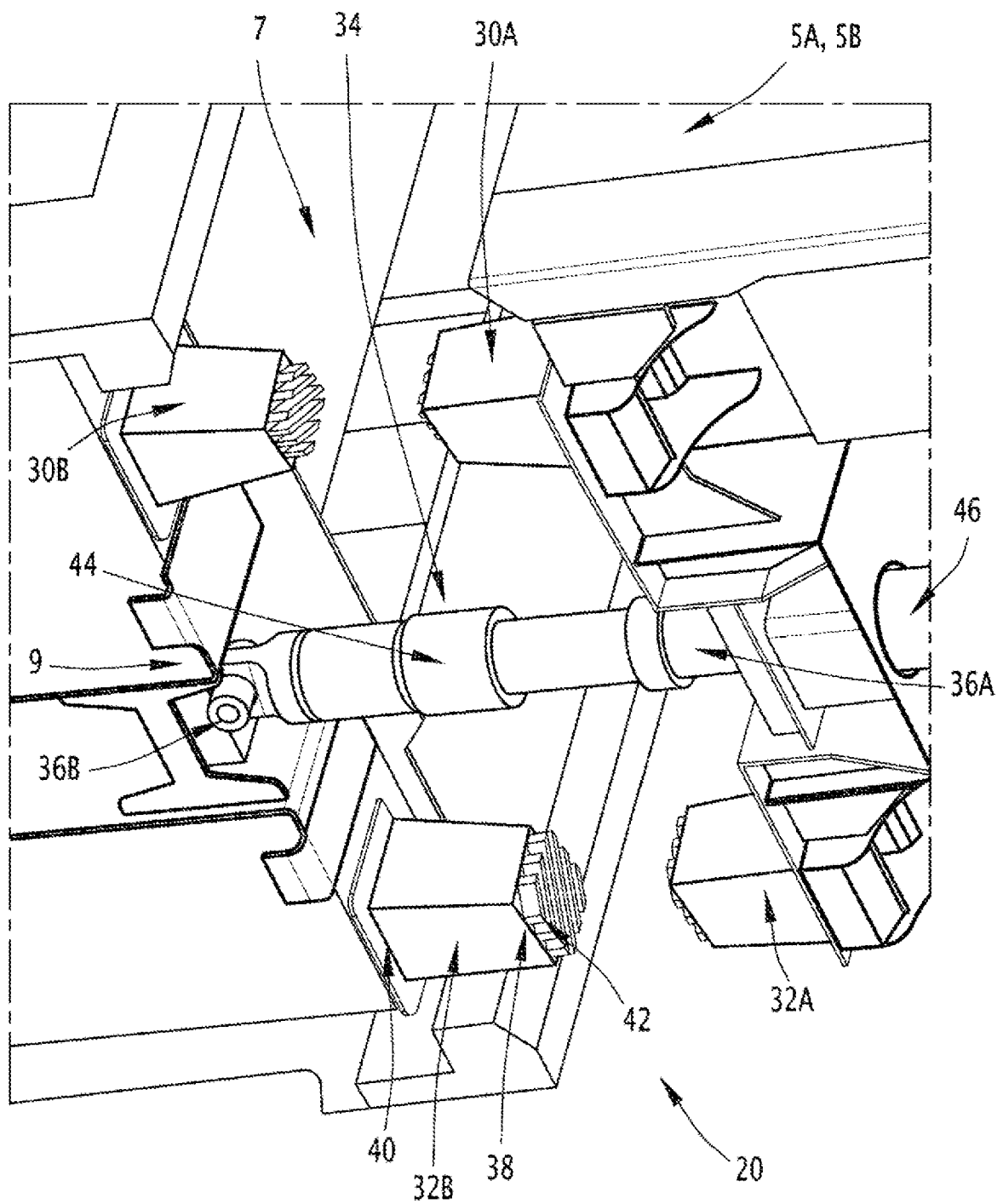


Figura 2

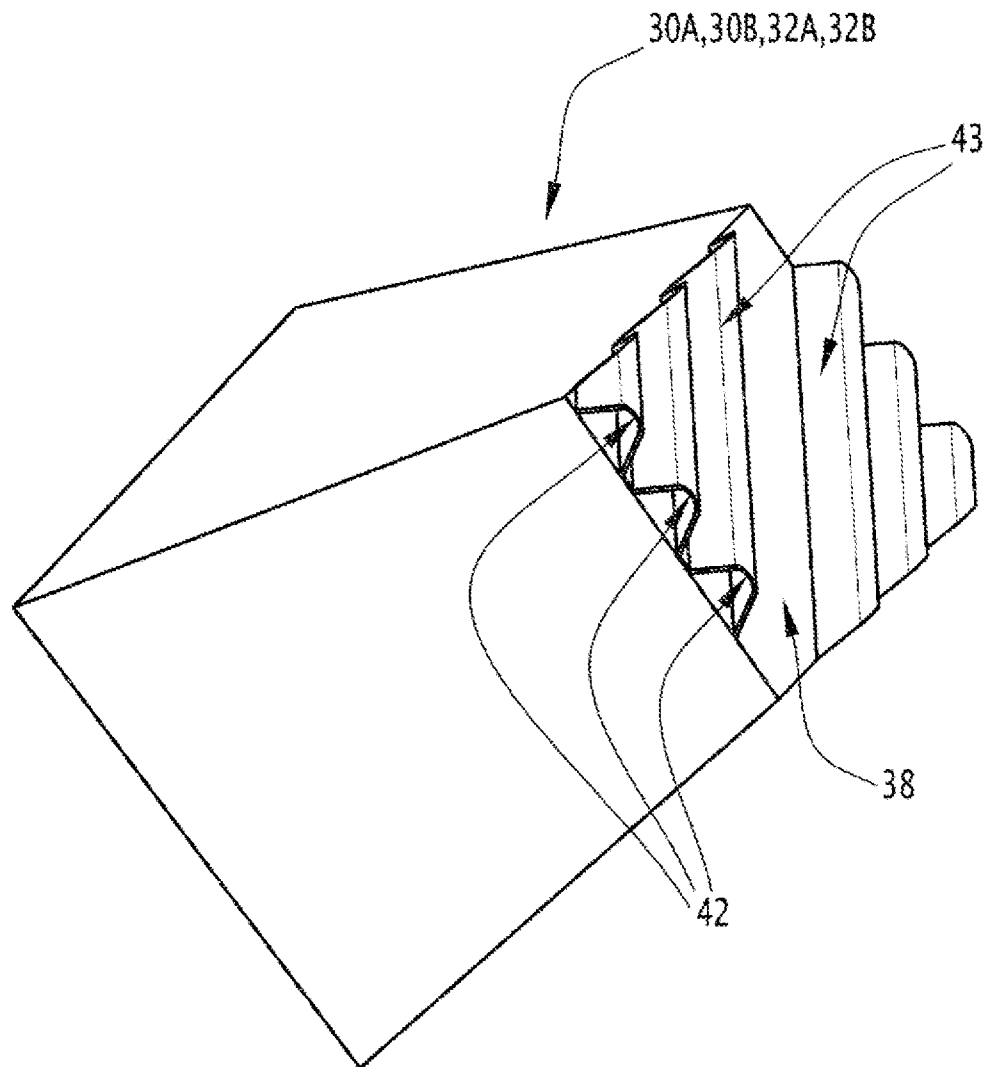


Figura 3

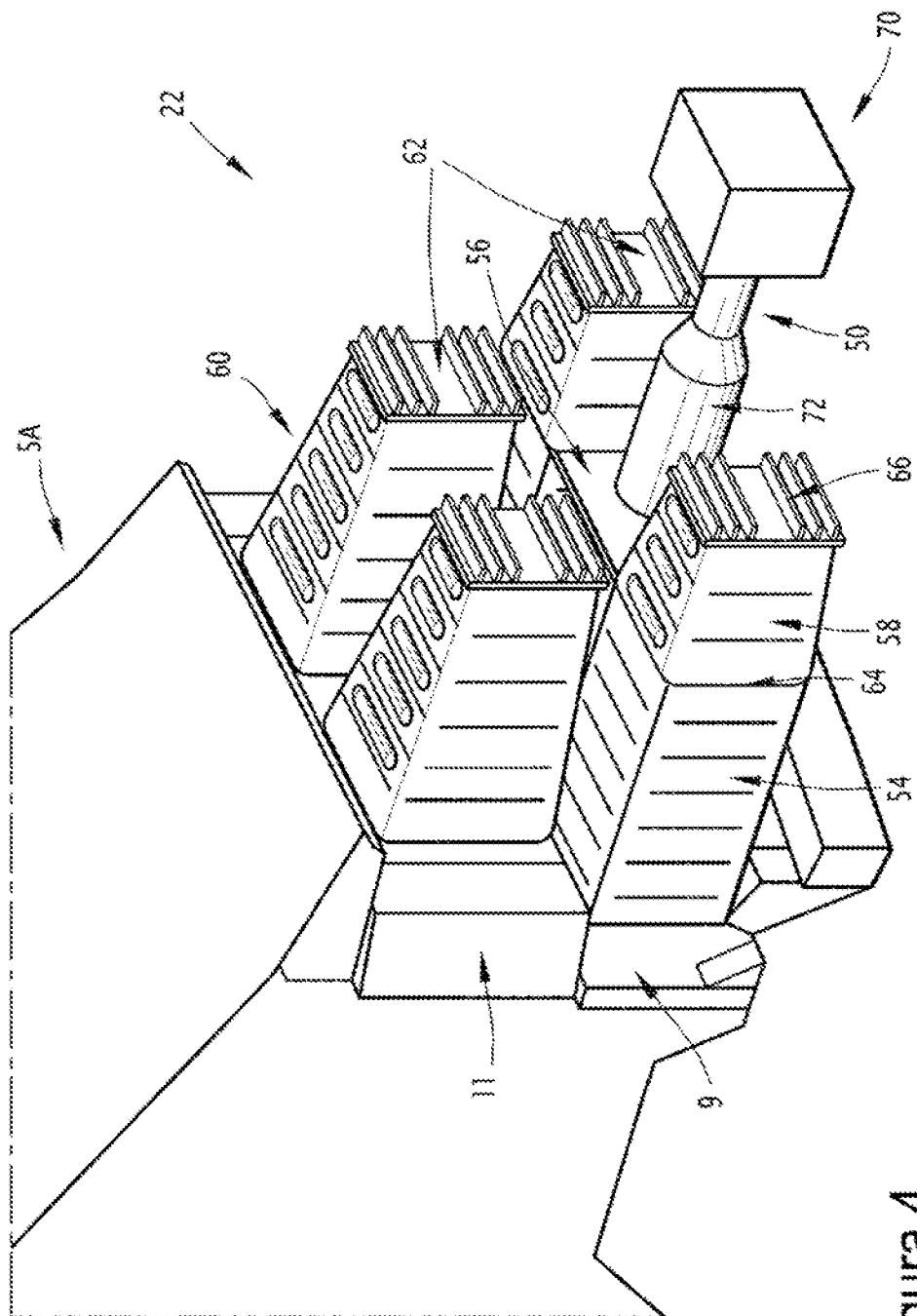


Figura 4

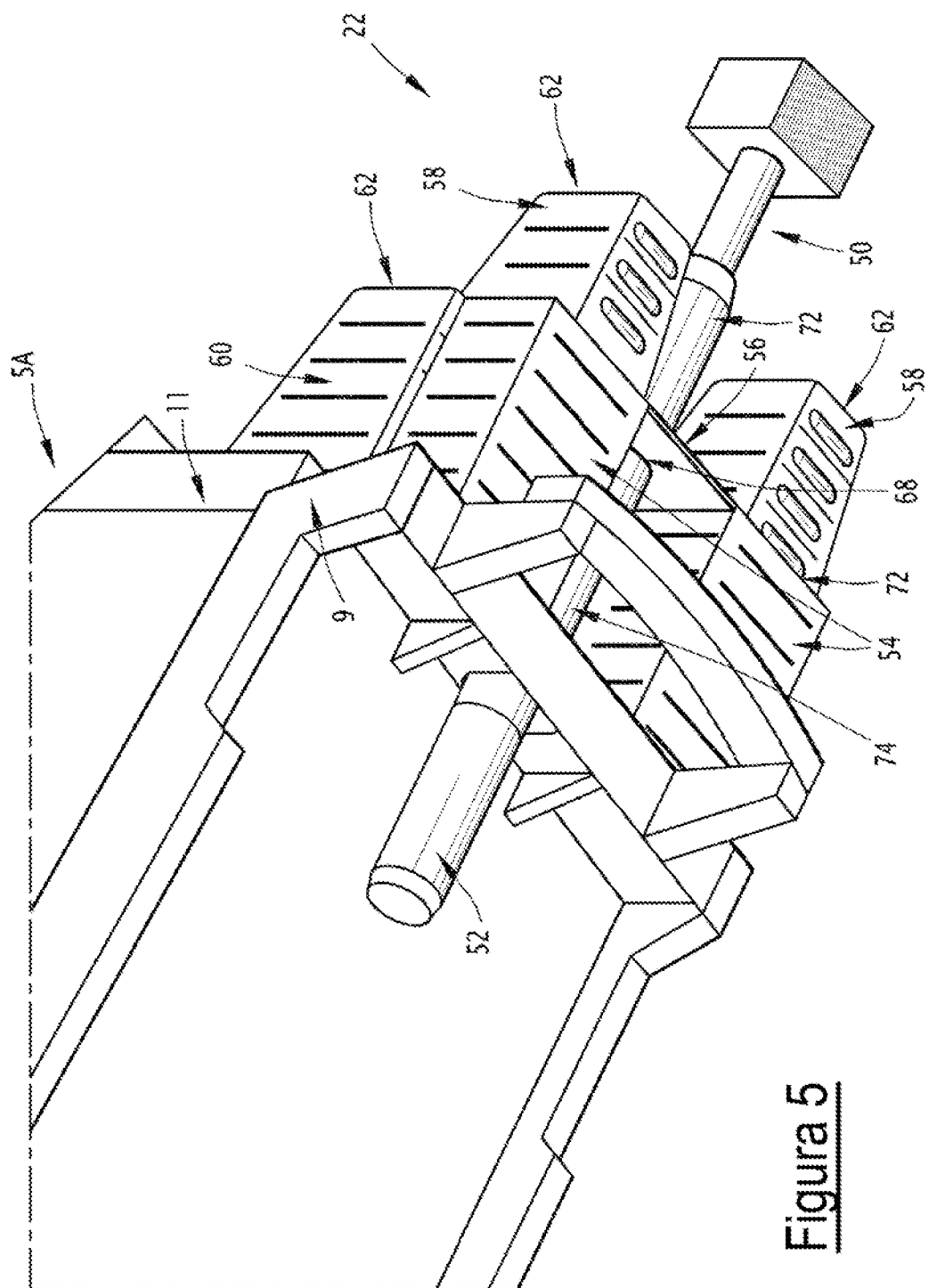


Figure 5

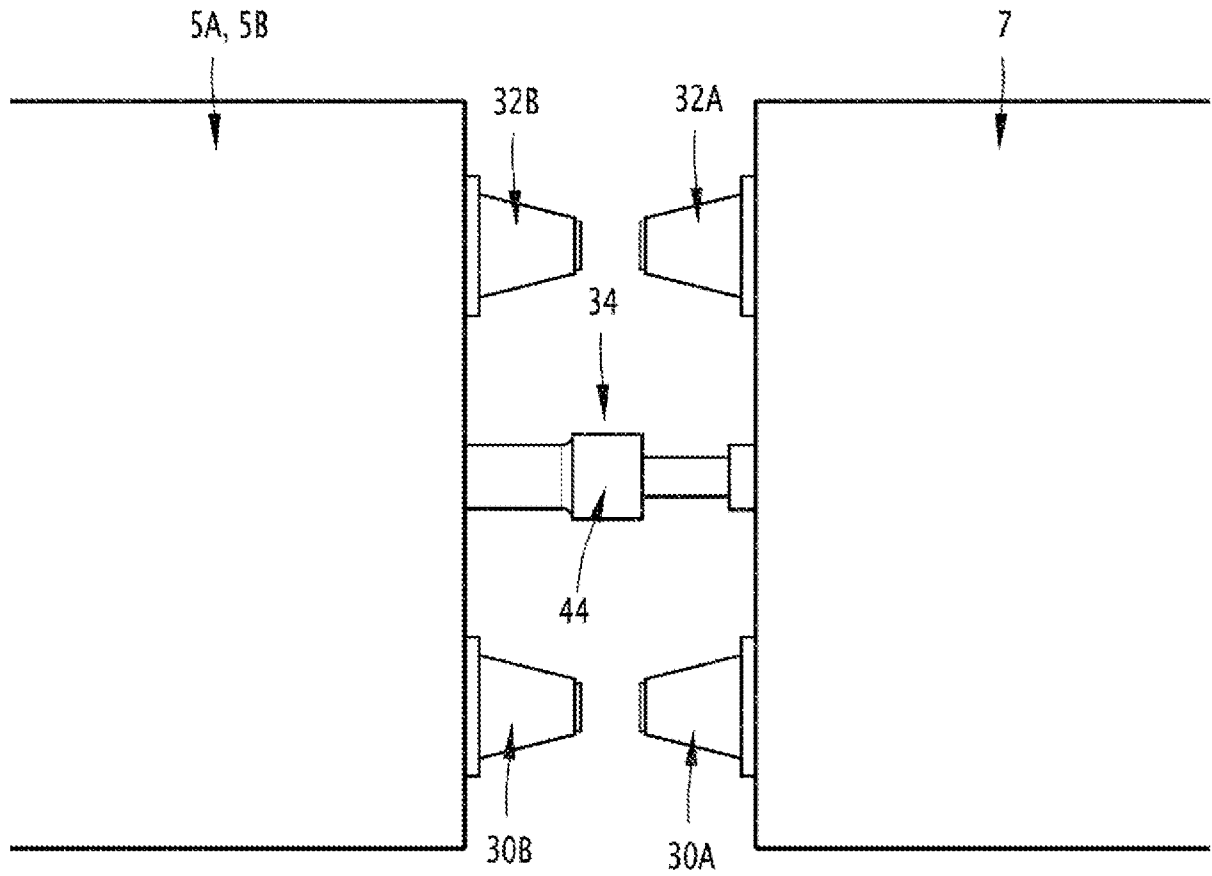


Figura 6

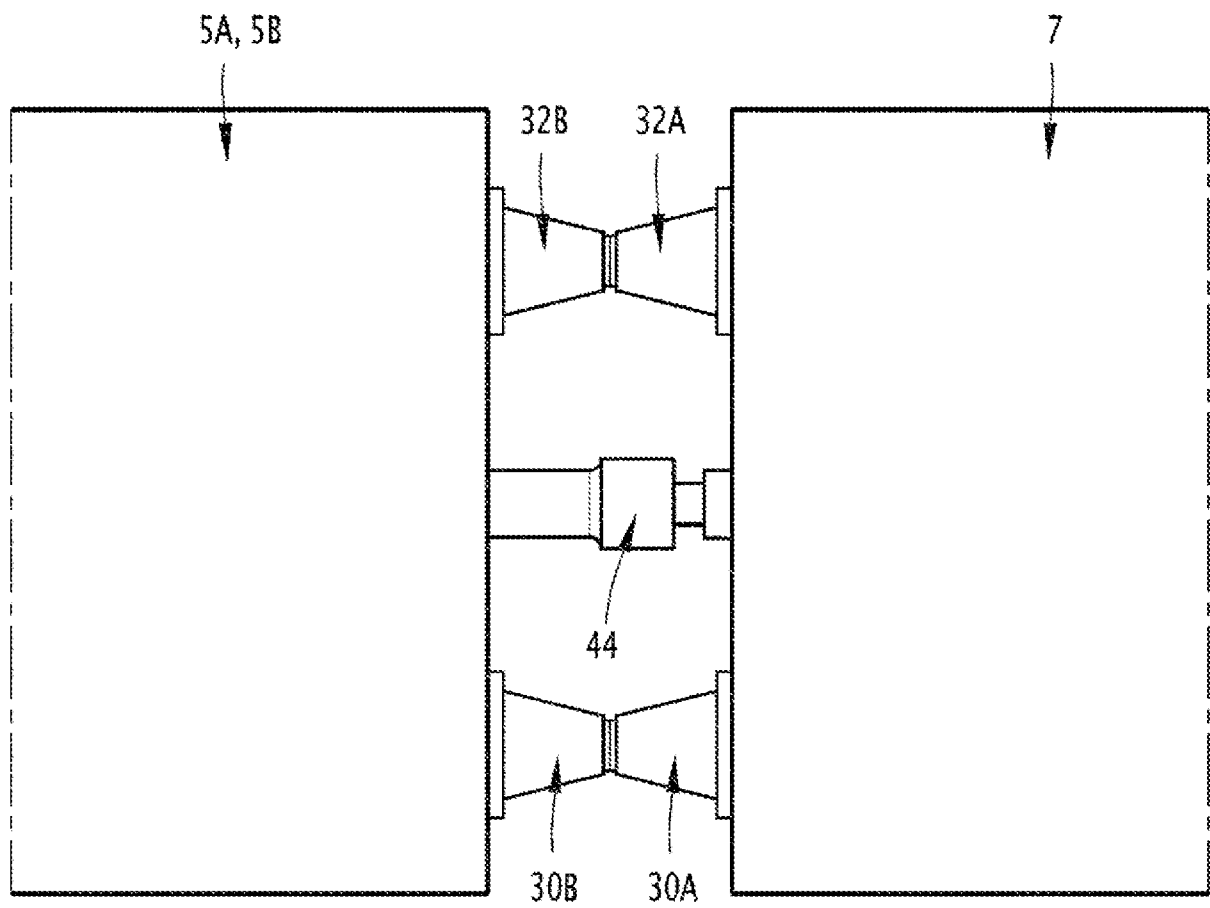


Figura 7

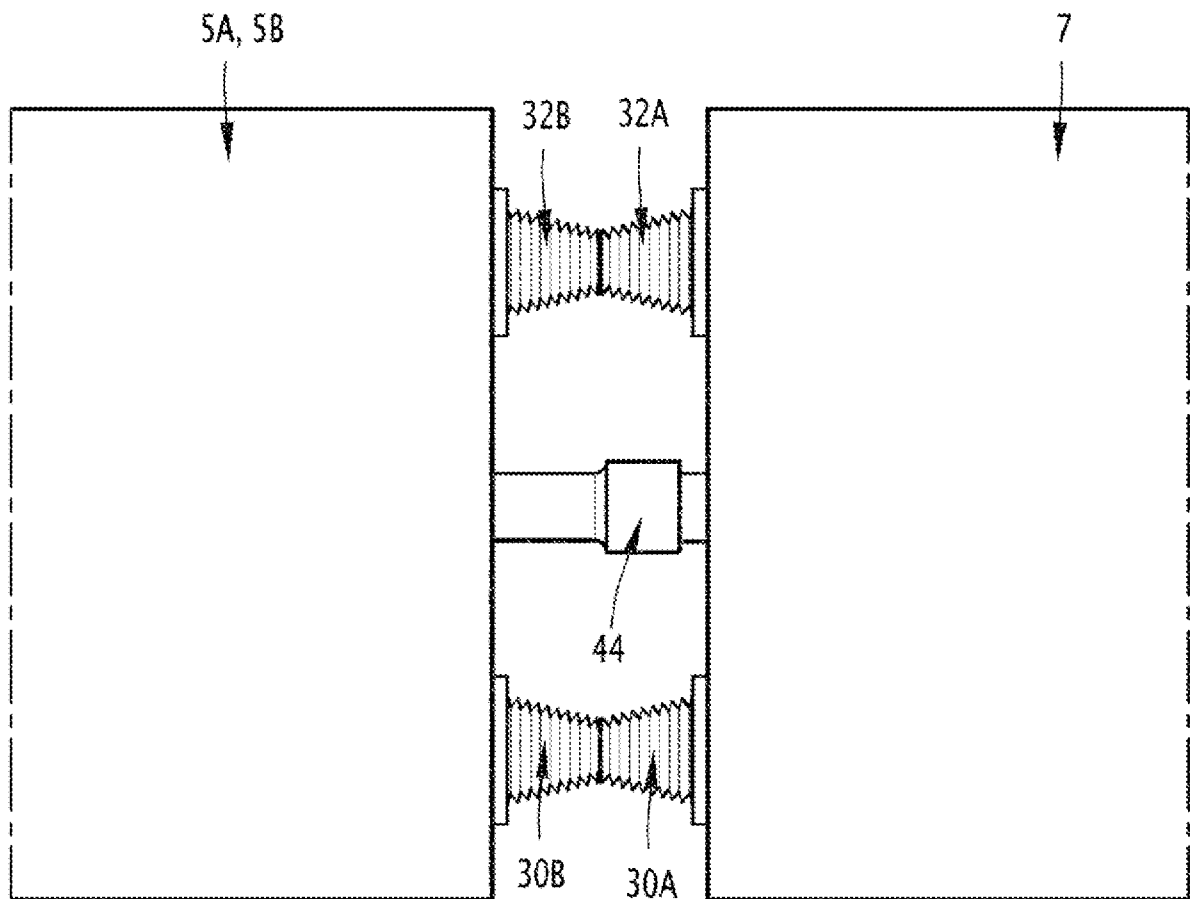


Figura 8

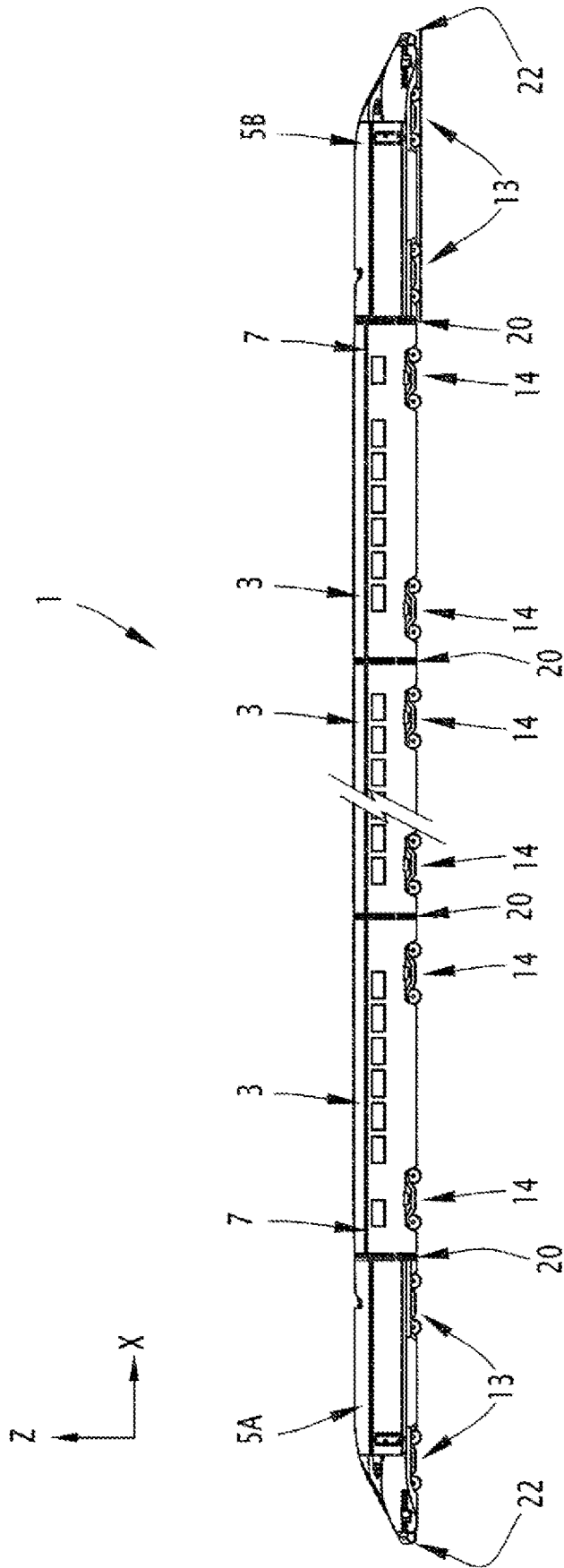


Figura 9