



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 311 650**

(51) Int. Cl.:

B61F 5/24 (2006.01)

B60G 17/015 (2006.01)

F16F 15/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02807252 .8**

(96) Fecha de presentación : **22.04.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1497164**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **19.01.2005**

(54) Título: **Procedimiento para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos, chasis para vehículos y actuador.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2009

(73) Titular/es: **Bombardier Transportation GmbH**
Schöneberger Ufer 1
10785 Berlin, DE

(72) Inventor/es: **Maier, Rudolf;**
Storm, Stefan;
Pucher, Mario;
Röder, Arno;
Moeser, Clemens;
Bieker, Guido y
Frank, Paul-Gerhard

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Procedimiento para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos, chasis para vehículos y actuador.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos y a un chasis para vehículos. La invención es apropiada para el uso en vehículos sobre carriles, en particular para el transporte de personas, preferiblemente para el transporte rápido a distancia, aunque no está limitada a ello.

10 En los vehículos se transmiten vibraciones u oscilaciones por ejemplo de la calzada o del carril a la cabina del vehículo. Las vibraciones de este tipo pueden perjudicar considerablemente el confort de viaje, por ejemplo por vibraciones perceptibles en el espacio interior del vehículo o por ruidos causados por las vibraciones. En particular en los trenes de gran velocidad, el zumbido en el interior del vagón representa un gran problema. Una causa para las vibraciones o ruidos de este tipo, por ejemplo, en el caso de vehículos sobre carriles, es un desgaste de la rueda debido al servicio, que conlleva excentricidades en las ruedas.

15 Hasta ahora se han realizado distintos intentos para reducir las vibraciones de este tipo en vehículos y, en particular, en vehículos sobre carriles. En el documento DE 43 40 351 A1 se ha unido, p.ej. una masa viscosa, no elástica, en forma de una capa a la cabina del vehículo para permitir movimientos relativos en el interior de la masa al producirse vibraciones en estructuras amortiguando de este modo las vibraciones en estructuras.

20 El documento DD 281 860 A5 muestra un dispositivo para la amortiguación activa de vibraciones en vehículos sobre carriles, en el que unos sensores de vibraciones detectan vibraciones que se producen y generan señales de control que controlan amortiguadores activos de vibraciones para generar vibraciones en oposición de fase.

25 En el documento DE 198 241 25 C1 se indica un vehículo sobre carriles en el que paralelamente a una suspensión primaria del vehículo sobre carriles están previstos actuadores que generan fuerzas compensatorias para suprimir excitaciones de vibraciones. Los sensores de vibraciones detectan las vibraciones por encima de la suspensión primaria para generar señales de control para los actuadores.

30 Otra posibilidad conocida para el aislamiento activo de vibraciones se da a conocer en el documento DE 198 42 345 A1. Allí se muestra un absorbedor de vibraciones con una masa que puede ser variada mediante elementos de suspensión o de amortiguación para que tengan una frecuencia baja en comparación con las frecuencias del sistema a amortiguar. Para amortiguar las vibraciones de la superestructura del vagón en un vehículo sobre carriles, el absorbedor de vibraciones se controla con ayuda de un sensor de vibraciones mediante una señal de control. Una
35 masa pasiva absorbidora de vibraciones está acoplada a la superestructura del vagón mediante elementos de suspensión/amortiguación. La característica del absorbedor de vibraciones puede variarse en función de la señal de control.

En los dispositivos y procedimientos conocidos para el aislamiento activo de vibraciones, que de forma similar a los absorbedores pasivos de vibraciones generan fuerzas adicionales mediante el movimiento de una masa, se presenta,
40 no obstante, el inconveniente que se necesita una masa adicional considerable requiriéndose, además, un espacio constructivo amplio. Para poder influir activamente en la dinámica de marcha, los actuadores se emplean en la ruta de carga, es decir, en la zona de la suspensión del chasis. De ello resulta que los actuadores en la mayoría de los casos hidráulicos deben absorber fuerzas elevadas, además de tener que estar dimensionados para grandes desviaciones. En los sistemas conocidos de este tipo, una reducción de las vibraciones y del ruido durante la marcha sólo es posible de
45 una forma limitada.

Además, se conocen para la reducción de vibraciones u oscilaciones molestas medidas relacionadas con la línea ferroviaria, que prevén un frecuente amolado de carriles o una modificación de la superestructura de la vía. Esto requiere un mayor mantenimiento, además de ser muy caras las modificaciones en la superestructura de la vía.

50 También un torneado frecuente de las ruedas para mejorar las propiedades de concentricidad y reducir, por lo tanto, una de las causas de las vibraciones acorta la vida útil por la remoción adicional de material.

Además, es conocido aumentar la amortiguación de la estructura en la caja del vehículo preveyéndose piezas
55 montadas adicionales para reducir aún más la transmisión de sonido propagado por el aire. No obstante, para conseguir mejoras eficaces, estas piezas montadas adicionales deben distribuirse en una gran superficie aumentando el peso del vehículo de forma desproporcionada.

El objetivo de la invención es eliminar los inconvenientes descritos del estado de la técnica y proponer, en particular,
60 un procedimiento para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos, en particular vehículos sobre carriles, y un chasis para vehículos, en particular vehículos sobre carriles, en el que se pretende reducir una transmisión de sonido propagado por estructuras sólidas. Además, la invención tiene el objetivo de proponer un actuador que se caracterice por un espacio constructivo reducido y un funcionamiento efectivo.

65 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos, en particular vehículos sobre carriles, según las características de la reivindicación 1 y un chasis para vehículos, en particular vehículos sobre carriles, según las características de la reivindicación 10.

ES 2 311 650 T3

En las reivindicaciones subordinadas se indican configuraciones y variantes recomendables de la invención.

En el procedimiento según la invención para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos sobre carriles, al menos un sensor de vibraciones detecta las vibraciones molestas generadas y/o transmitidas por las ruedas. Un dispositivo para el análisis de frecuencia de las señales del al menos un sensor de vibraciones determina las frecuencias de las excitaciones armónicas más fuertes. Al menos un sensor de errores mide las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario o a la caja del vagón. Una unidad de regulación genera a las frecuencias perturbadoras determinadas por el dispositivo para el análisis de frecuencias de la señal del sensor de vibraciones y/o en el intervalo de estas frecuencias perturbadoras las señales de mando para al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico, teniendo en cuenta las señales del al menos un sensor de errores. El al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico, minimiza las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario o a la caja del vagón.

El chasis según la invención, por ejemplo un bogie para vehículos sobre carriles, comprende un plano primario y un plano secundario.

Además, el chasis comprende al menos un sensor de vibraciones que detecta las vibraciones molestas generadas y/o transmitidas por las ruedas, un dispositivo para el análisis de frecuencias de las señales del al menos un sensor de vibraciones que determina las frecuencias de las excitaciones armónicas más fuertes, al menos un sensor de errores que mide las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario o a la caja del vagón, una unidad de regulación que a las frecuencias perturbadoras determinadas por el dispositivo para el análisis de frecuencias y/o en el intervalo de estas frecuencias perturbadoras genera las señales de mando para al menos un actuador, en particular un actuador piezoeléctrico, teniendo en cuenta las señales del al menos un sensor de errores, y al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico que minimiza las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario o a la caja del vagón.

El bogie transmite el sonido propagado por estructuras sólidas debido a las irregularidades de la superficie de la rueda y del carril en el punto de apoyo de la rueda a la caja de vagón del vehículo sobre carriles, que se transforma allí en sonido propagado por el aire. Si bien es posible luchar contra la causa del sonido propagado por estructuras sólidas mediante un mecanizado regular, mecánico de rueda y carril, se trata de trabajos de mantenimiento caros, que deben evitarse en lo posible. Por otro lado, las medidas para reducir el ruido en la zona de la caja del vagón conducen a mayores pesos, puesto que deben distribuirse en una zona más grande. De allí resulta el interés en luchar contra el sonido propagado por estructuras sólidas en la zona del bogie, que aún está comparativamente cercana a la fuente de excitación.

Debido a la función principal de un bogie, que es garantizar un guiado seguro del vehículo en la vía, los componentes pasivos sólo pueden adaptarse de forma muy limitada a los requisitos acústicos. Por lo contrario, se produce frecuentemente un conflicto de los objetivos que son, por un lado, las propiedades de la técnica de marcha de un bogie y, por otro lado, la reducción del sonido propagado por estructuras sólidas, de modo que se necesitan parámetros adicionales, con los que pueda influir en el comportamiento sin empeorar las propiedades restantes. Para este fin es recomendable usar elementos activos para influir en la transmisión del sonido propagado por estructuras sólidas mediante un comportamiento de transmisión regulable, en función de la frecuencia.

El plano de la suspensión primaria y de la guía de eje es recomendable por dos razones. Por un lado, el número de puntos de acoplamiento es menor que en el plano secundario debido a los diversos amortiguadores y, por ejemplo, una estabilización de balanceo, siendo todos ellos uniones que representan llamados puentes para el sonido propagado por estructuras sólidas debido a la rigidez del contacto comparativamente elevada. Por otro lado, al tomar medidas para la reducción del sonido es un principio probado disponer las mismas lo más cerca posible del punto de excitación.

También es ventajoso que son posibles disposiciones de los actuadores que no cambian las propiedades del bogie relevantes para la seguridad, de modo que no son necesarias medidas especiales para el fallo de componentes activos. Esta problemática impide en muchos casos el uso de elementos activos.

En comparación con los actuadores que están basados en otros principios, un actuador piezoeléctrico presenta un tamaño constructivo mucho más pequeño, lo cual es un criterio importante debido al espacio constructivo reducido disponible generalmente en un bogie. El actuador también presenta ventajas en cuanto al peso, lo cual es importante respecto a las propiedades de la técnica de marcha de un bogie. Esto es especialmente válido para actuadores en el bogie que, debido a su lugar de montaje en la ruta primaria, se encuentran lejos del centro de gravedad del bogie.

También es ventajosa la posibilidad de detectar partes tonales cuyas frecuencias no pueden deducirse de uno de los números de revoluciones de la rueda.

A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda del ejemplo de realización representado en los dibujos. Muestran de forma esquemática y no a escala:

la fig. 1, una vista en corte parcial de un chasis de un vehículo sobre carriles y

la fig. 2, un diagrama de bloques de un circuito de regulación.

ES 2 311 650 T3

En la fig. 1 está representada una parte de un chasis que muestra un bogie con un plano primario 13 y un plano secundario 14. En la fig. 1 se muestran un sensor de vibraciones 1, dos sensores de errores 2 para la medición de vibraciones o fuerzas, actuadores piezoeléctricos 3, un amortiguador primario 4, elementos guía de eje 5, una caja de grasa 6, un bastidor de bogie 7, partes de la caja del vagón 8, un eje montado 9 y una suspensión primaria 10.

El plano primario 13 comprende los elementos guía del eje 5, en particular una guía de eje, los actuadores piezoeléctricos 3, el amortiguador primario 4 y la suspensión primaria 4.

Del plano secundario 14 en la fig. sólo está representada una suspensión secundaria 11.

Como sensores de vibraciones 1 o sensores de errores 2 son adecuados todo tipo de sensores que pueden medir vibraciones o fuerzas de forma directa o indirecta, por ejemplo sensores dinamométricos, sensores de medición de desplazamiento, sensores de aceleración, sensores de velocidad o similares.

En este ejemplo de realización, el sensor de vibraciones 1 está dispuesto en la caja de grasa 6. Por ejemplo, también es posible una disposición en la zona de la caja de grasa 6 y/o en la zona de la suspensión primaria 10, en particular por debajo de la suspensión primaria 10 y/o en la zona entre otro elemento de suspensión y la caja de grasa 6.

El sensor de vibraciones está conectado con un dispositivo no representado en la figura para el análisis de frecuencias de los datos suministrados por el sensor de vibraciones 1.

El dispositivo para el análisis de frecuencias está conectado con una unidad de regulación no representada en la fig. y ésta está conectada a su vez con los actuadores piezoeléctricos 3.

Los sensores de errores 2 están dispuestos de tal como que miden las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario 14 o a la caja del vagón.

Los lugares de montaje para uno o varios sensores de errores 2 están previstos, por ejemplo, por un lado en la zona de la caja de grasa 6 y, por otro lado, en la zona de la suspensión secundaria 11. En este ejemplo de realización, los sensores de errores 2 están dispuestos en el bastidor del bogie 7, por un lado, por encima de la caja de grasa 6 y, por otro lado, por encima y/o por debajo de la suspensión secundaria 11.

Los actuadores piezoeléctricos 3 están dispuestos en distintas, varias o todas las rutas de transmisión de sonido propagado por estructuras sólidas del plano primario 13. Las rutas del sonido propagado por estructuras sólidas son en primer lugar el amortiguador primario 4, pero también los elementos guía de eje 5, en particular la guía del eje. En el plano primario 13 son adecuados todos los elementos que guían el eje montado 9 en la dirección x y/o y, es decir, en la dirección de la vía y/o transversalmente respecto a ésta, así como el amortiguador primario 4. El uso de los actuadores piezoeléctricos 3 puede realizarse en una de las posiciones indicadas o en una combinación de éstas. La dirección de acción de los actuadores piezoeléctricos 3 no está limitada aquí a la dirección z, es decir, a la dirección perpendicular respecto al plano de la vía. También es posible que el o los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, actúen al menos parcial o completamente en la dirección perpendicular respecto al plano de la vía y/o paralelamente al plano de la vía, paralelamente a la dirección de marcha y/o paralelamente al plano de la vía, en la dirección perpendicular respecto a la dirección de marcha. En el ejemplo de realización, uno de los actuadores piezoeléctricos 3 está dispuesto perpendicularmente respecto al plano de la vía y otro de los actuadores piezoeléctricos 3 está dispuesto paralelamente al plano de la vía, paralelamente a la dirección de marcha.

Es conocido que en el intervalo de frecuencias elevadas, los amortiguadores transmiten las fuerzas sin impedimentos representando, por lo tanto, puentes del sonido propagado por estructuras sólidas. Otro argumento importante de influir en este punto es el hecho de que aquí no se trata de un componente relevante para la seguridad para la marcha del vehículo en la vía.

Gracias a sus propiedades de generar fuerzas elevadas, un actuador basado en el efecto piezoeléctrico es adecuado para poder ser posicionado directamente en el flujo de fuerza de elementos dinámicamente rígidos para impedir directamente la transmisión del sonido propagado por estructuras sólidas.

El principio básico es aquí montar el o los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, de tal modo que están montados en serie con los elementos de acoplamiento, por ejemplo el amortiguador primario 4, que en el intervalo de frecuencias de trabajo del actuador representan una unión mecánicamente rígida y que están dispuestos paralelamente a elementos de acoplamiento, por ejemplo la suspensión primaria 10, que en el intervalo de frecuencias de trabajo tienen un comportamiento mecánico lo más suave posible. Si bien es el objetivo de la regulación minimizar el sonido propagado por estructuras sólidas en los puntos decisivos de la transmisión mediante posicionamiento de uno o varios sensores y mediante el concepto de regulación, la eficacia depende sustancialmente del posicionamiento del o de los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, para conseguir una buena "controlabilidad" del sistema regulado.

Además, es posible elegir o dimensionar los elementos de acoplamiento, por ejemplo el amortiguador primario 4 montado en serie con el o los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, de modo que queda excluida una carga estática o una carga a frecuencias fuera del intervalo de trabajo.

ES 2 311 650 T3

El dimensionado selectivo de estos elementos de acoplamiento, p.ej. del amortiguador primario 4, respecto a este hecho reduce la carga del actuador, en particular actuador piezoeléctrico 3, y aumenta su eficacia. El amortiguador primario 4 compensa los movimientos estáticos y de baja frecuencia. En los amortiguadores primarios 4 hidráulicos, el actuador, en particular actuador piezoeléctrico 3, puede estar alojado en el aceite del amortiguador, por lo que se consigue una buena evacuación de calor y un aumento de la resistencia a descargas disruptivas. Una parte del o de los actuadores piezoeléctricos 3 puede usarse, además, como sensor de fuerzas. Aquí, el sensor de fuerzas mide un recorrido en una rigidez definida del actuador. Este sensor de fuerzas puede usarse, por ejemplo, como sensor de vibraciones 1 y/o como sensor de errores 2. Por consiguiente, se reduce el número de componentes y el espacio constructivo.

Además, es posible dimensionar la construcción del chasis, en particular del bogie, de tal modo que los puntos de acoplamiento del o de los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, están rígidos en el intervalo de frecuencias de trabajo y suaves fuera de este intervalo de trabajo.

Además, también puede reducirse en parte el sonido propagado por estructuras sólidas transmitido por los elementos restantes de la suspensión primaria mediante un actuador, en particular actuador piezoeléctrico 3, dispuesto en paralelo a la suspensión primaria. Para este efecto también es ventajoso que están integrados el o los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, con una gran rigidez dinámica en la estructura o en el sistema de suspensión.

En el plano elegido, los elementos de acoplamiento se eligen preferiblemente según sus propiedades mecánicas, que contribuyen sustancialmente a la transmisión del sonido propagado por estructuras sólidas. En el plano primario 13, estos son los elementos que unen los componentes del vehículo con una rigidez dinámica comparativamente elevada, en particular caja de grasa 6, bastidor de bogie 7 y/o caja del vagón 8. Al usar elementos activos, es de gran importancia usar éstos lo más cerca posible del lugar de la generación del sonido propagado por estructuras sólidas, para poder mantener el número de elementos activos lo más reducido posible.

En otra variante del ejemplo de realización, el o los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, y los amortiguadores, en particular amortiguadores primarios 4, pueden integrarse en una unidad. El actuador puede montarse de tal forma en el sistema hidráulico del amortiguador que el efecto arriba descrito del desacoplamiento de fuerzas estáticas y el acoplamiento dinámico se aprovecha conscientemente, es decir, que el actuador no tiene ningún acoplamiento mecánico de estructura sino que actúa en todo el componente sólo mediante los líquidos de amortiguación.

El sensor de vibraciones 1 en la caja de grasa 6 o en la zona por debajo de la suspensión primaria 10 detecta las vibraciones moletas generadas y/o transmitidas por las ruedas. Un dispositivo para el análisis de frecuencias de las señales del sensor de vibraciones 1 determina las frecuencias de las excitaciones armónicas más fuertes. Se trata, p.ej., de efectos de resonancia debido a las frecuencias propias en el bogie, frecuencias armónicas de las ruedas, así como frecuencias de las cajas entre traviesas y los múltiplos de éstas.

Los sensores de errores 2 miden las vibraciones residuales o las fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario 14 o a la caja del vagón.

Teniendo en cuenta las señales de los sensores de errores 2, la unidad de regulación genera las señales de mando para los actuadores piezoeléctricos 3 a las frecuencias perturbadoras determinadas por el dispositivo para el análisis de frecuencias de la señal del sensor de vibraciones y minimiza de esta forma las vibraciones residuales o las fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario 14 o a la caja del vagón.

Por lo tanto, se forma un circuito de regulación técnico formado por las señales de salida del sensor de vibraciones 1 como magnitud piloto, los sensores de errores 2 como palpadores de medición, los actuadores piezoeléctricos 3 como elementos de ajuste y la unidad de regulación como regulador 12, como está representado en la fig. 2. El sistema regulado del circuito de regulación está formado, por lo tanto, por los sensores de errores 2 y los actuadores piezoeléctricos 3.

En este ejemplo de realización, la señal suministrada por el dispositivo para el análisis de frecuencias se alimenta a una disposición de filtros con una etapa previa y una etapa principal contenida en la unidad de regulación y se vincula allí según un procedimiento de minimización de errores LMS (least-mean-square) en la etapa previa con una señal de referencia, sirviendo la señal de salida de la etapa previa como señal de entrada de la etapa principal. La señal que es suministrada por el dispositivo para el análisis de frecuencias se transforma en una forma de señal compleja y se vincula en la etapa previa según un procedimiento complejo de minimización de errores LMS con la señal de referencia. En el documento DE 199 28 015 A1 se indican más detalles y otras configuraciones del procesamiento de la señal suministrada por el dispositivo para el análisis de frecuencias. También son posibles otros procedimientos de regulación conocidos, en particular basados en un procedimiento de la minimización de errores LMS.

Además, es posible realizar la unidad de regulación o el regulador 12 de tal modo que el o los actuadores, en particular actuadores piezoeléctricos 3, se mandan de tal modo que a vibraciones en un primer intervalo de frecuencias están realizados de forma rígida y que están activados en un segundo intervalo de frecuencias más elevado.

Los dos intervalos de frecuencias se encuentran preferiblemente uno a continuación del otro, estando situada la frecuencia límite entre los dos intervalos de frecuencias entre 50 Hz y 200 Hz, en particular alrededor de 70 Hz.

ES 2 311 650 T3

El segundo intervalo de frecuencias se sitúa por ejemplo en el intervalo entre 50 Hz y 500 Hz, preferiblemente en el intervalo entre 70 Hz y 300 Hz.

En lugar de los actuadores piezoeléctricos 3 también es posible usar otro tipo de actuadores.

El amortiguador primario 4 puede ser tanto un amortiguador hidráulico como también otro tipo de amortiguador.

El sensor de vibraciones 1 y el sensor de errores 2 o sus lugares de montaje pueden ser idénticos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la reducción de la transmisión de sonido en vehículos con una caja de vagón (8), así como un chasis con un plano primario (13) y un plano secundario (14), en el que

- al menos un sensor de vibraciones (1) detecta las vibraciones molestas generadas y/o transmitidas por las ruedas,
- al menos un sensor de errores (2) mide las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja del vagón (8),
- una unidad de regulación genera señales de mando en función de las vibraciones detectadas por el al menos un sensor de vibraciones (1) para al menos un actuador, en particular un actuador piezoeléctrico (3), teniendo en cuenta las señales del al menos un sensor de errores (2) y
- el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), controlado por las señales de mando minimiza las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja del vagón (8),

caracterizado porque

- un dispositivo para el análisis de frecuencias de las señales del al menos un sensor de vibraciones (1) determina las frecuencias de las excitaciones armónicas más fuertes y
- la unidad de regulación genera señales de mando para el al menos un actuador (3) a las frecuencias perturbadoras determinadas por el dispositivo para el análisis de frecuencias de la señal del sensor de frecuencias y/o en el intervalo de estas frecuencias perturbadoras.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque al menos un sensor de vibraciones (1) en la zona de la caja de grasa (6) o en la misma y/o al menos un sensor de vibraciones (1) en la zona por debajo de la suspensión primaria (10) y/o al menos un sensor de vibraciones (1) en la zona entre otro elemento de suspensión y la caja de grasa (6) detecta las vibraciones molestas generadas y/o transmitidas por las ruedas.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), que está dispuesto en distintas, varias o todas las rutas de transmisión de sonido propagado por estructuras sólidas del plano primario (13) minimiza las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja del vagón.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular un actuador piezoeléctrico (3), actúa parcial o totalmente

- en la dirección perpendicular respecto al plano de la vía y/o
- paralelamente al plano de la vía, paralelamente a la dirección de marcha y/o
- paralelamente respecto al plano de la vía, en la dirección perpendicular respecto a la dirección de marcha.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque al menos un sensor de errores (2) mide las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja de vagón en el bastidor del chasis, por ejemplo en el bastidor del bogie (7), en particular en la zona de la caja de grasa (6), preferiblemente por encima de la caja de grasa (6) y/o en la zona de la suspensión secundaria (11), preferiblemente por encima y/o por debajo de la suspensión secundaria (11).

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque la señal suministrada por el dispositivo para el análisis de frecuencias se alimenta a una disposición de filtros con una etapa previa y una etapa principal contenida en la unidad de regulación y se vincula allí según un procedimiento de minimización de errores LMS (least-mean-square) en la etapa previa con una señal de referencia, sirviendo la señal de salida de la etapa previa como señal de entrada de la etapa principal y transformándose la señal que es suministrada por el dispositivo para el análisis de frecuencias en una forma de señal compleja vinculándose en la etapa previa según un procedimiento complejo de minimización de errores LMS con la señal de referencia.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), se manda de tal modo que con vibraciones en un primer intervalo de frecuencias está realizado de forma rígida y que está activado en un segundo intervalo de frecuencias más elevado.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque los dos intervalos de frecuencias se encuentran uno a continuación del otro, estando situada la frecuencia límite entre los dos intervalos de frecuencias entre 50 Hz y 200 Hz, situándose en particular alrededor de 70 Hz.

ES 2 311 650 T3

9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** porque el segundo intervalo de frecuencias se sitúa en el intervalo entre 50 Hz y 500 Hz, preferiblemente en el intervalo entre 70 Hz y 300 Hz.

10. Chasis para vehículos con una caja de vagón (8) apoyada en el chasis, en particular para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende

- un plano primario (13), un plano secundario (14), al menos un sensor de vibraciones (1), al menos un sensor de errores (2), una unidad de regulación y al menos un actuador, en particular un actuador piezoeléctrico (3)
- detectando el al menos un sensor de vibraciones (1) las vibraciones molestas generadas y/o transmitidas por las ruedas,
- midiendo el al menos un sensor de errores (2) las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja del vagón (8),
- generando la unidad de regulación señales de mando en función de las vibraciones detectadas por el al menos un sensor de vibraciones (1) para al menos un actuador, en particular un actuador piezoeléctrico (3), teniendo en cuenta las señales del al menos un sensor de errores (2) y
- minimizando el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), controlado por las señales de mando las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja del vagón,

caracterizado porque

- está previsto un dispositivo para el análisis de frecuencias de las señales del al menos un sensor de vibraciones (1) que está conectado con el al menos un sensor de vibraciones (1) y la unidad de regulación y que determina las frecuencias de las excitaciones armónicas más fuertes y
- la unidad de regulación genera las señales de mando para el al menos un actuador (3) a las frecuencias perturbadoras determinadas por el dispositivo para el análisis de frecuencias de la señal del sensor de vibraciones y/o en el intervalo de estas frecuencias perturbadoras.

11. Chasis según la reivindicación 10, **caracterizado** porque las señales de salida del al menos un sensor de vibraciones (1) como magnitud piloto, el al menos un sensor de errores (2) como palpador de medición, el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), como elemento de ajuste, así como el dispositivo para el análisis de frecuencias y la unidad de regulación como regulador (12) forman uno o varios circuitos de regulación técnicos que dependen o no dependen unos de otros, estando formado(s) el sistema regulado o los sistemas regulados del o de los circuitos de regulación por el al menos un sensor de errores (2) y el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3).

12. Chasis según una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado** porque el plano primario (13) comprende los elementos guía del eje (5), en particular una guía de eje, el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), al menos un amortiguador, en particular el amortiguador primario (4) y al menos un elemento de suspensión, en particular la suspensión primaria (10).

13. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** porque el plano secundario (14) comprende una suspensión secundaria (11).

14. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** porque el al menos un sensor de vibraciones (1) está dispuesto de tal forma, en particular en la zona de la caja de grasa (6) y/o en la misma y/o en la zona de al menos uno de los elementos de suspensión, preferiblemente en la zona por debajo de la suspensión primaria (10), que detecta las vibraciones molestas generadas y/o transmitidas por las ruedas.

15. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado** porque el al menos un sensor de errores (2) está dispuesto de tal manera, en particular en el bastidor del chasis, por ejemplo en el bastidor del bogie (7), en particular en la zona de la caja de grasa (6), preferiblemente por encima de la caja de grasa (6) y/o en la zona de la suspensión secundaria (11), preferiblemente por encima y/o por debajo de la suspensión secundaria (11), que mide las vibraciones residuales o fuerzas residuales que se transmiten al plano secundario (14) o a la caja del vagón.

16. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado** porque al menos un sensor de vibraciones (1) y al menos un sensor de errores (2) o sus lugares de montaje son idénticos.

17. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 16, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está dispuesto en distintas, varias o todas las rutas de transmisión de sonido propagado por estructuras sólidas del plano primario (13), en particular porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está dispuesto en el plano primario (13) en uno, varios o todos los elementos que guían el eje montado

ES 2 311 650 T3

(9) en la dirección x y/o y, es decir, en la dirección de la vía y/o transversalmente respecto a ésta, preferiblemente en elementos guía del eje (5) y/o en el amortiguador primario (4).

18. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 17, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está dispuesto de modo que su dirección de acción se extiende al menos parcial o completamente

- en la dirección perpendicular respecto al plano de la vía y/o
- paralelamente al plano de la vía, paralelamente a la dirección de marcha y/o
- paralelamente respecto al plano de la vía, en la dirección perpendicular respecto a la dirección de marcha.

19. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 18, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está dispuesto de modo que

- está montado en serie con los elementos de acoplamiento, en particular con uno, varios o todos los amortiguadores primarios (4), que en el intervalo de frecuencias de trabajo del actuador representan una unión mecánicamente rígida y
- está dispuesto paralelamente a elementos de acoplamiento, en particular a uno, varios o todos los elementos de suspensión, preferiblemente la suspensión primaria (10), que en el intervalo de frecuencias de trabajo tienen un comportamiento mecánico lo más suave posible.

20. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 19, **caracterizado** porque los elementos de acoplamiento, en particular uno, varios o todos los amortiguadores, preferiblemente el amortiguador primario (4), que están montados en serie con el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), se han elegido o dimensionado de modo que queda excluida una carga estática o una carga a frecuencias fuera del intervalo de trabajo.

21. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 20, **caracterizado** porque la construcción del chasis, en particular del bogie, está concebida de tal modo que los puntos de acoplamiento del al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), están rígidos en el intervalo de frecuencias de trabajo y flexibles fuera de este intervalo de trabajo.

22. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 21, **caracterizado** porque los elementos de acoplamiento que contribuyen sustancialmente a la transmisión del sonido propagado por estructuras sólidas se han elegido según sus propiedades mecánicas, en particular porque en el plano primario (13) los elementos de acoplamiento unen los componentes del vehículo con una rigidez dinámica comparativamente elevada, por ejemplo caja de grasa (6), bastidor de bogie (7) y/o caja de vagón (8) o al menos partes de éstos.

23. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 22, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está integrado con una gran rigidez dinámica en la estructura o en el sistema de suspensión.

24. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 23, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), y un amortiguador, en particular amortiguador primario (10), están integrados en una unidad.

25. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 24, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está integrado en el aceite de amortiguador de un amortiguador hidráulico, en particular del amortiguador primario (10).

26. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 25, **caracterizado** porque el al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), está montado de tal modo en el sistema hidráulico de un amortiguador hidráulico, en particular del amortiguador primario (10), que se consigue un desacoplamiento de fuerzas estáticas gracias a la renuncia a un acoplamiento mecánico de estructura sólo a través del líquido de amortiguación.

27. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 26, **caracterizado** porque una parte del al menos un actuador, en particular actuador piezoeléctrico (3), se usa como sensor de fuerzas, en particular como sensor de vibraciones (1) y/o como sensor de errores (2).

28. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 27, **caracterizado** porque el vehículo es un vehículo sobre carriles, en particular para el transporte de personas, preferiblemente para el transporte rápido a distancia.

29. Chasis según una de las reivindicaciones 10 a 28, **caracterizado** porque el chasis es un bogie.

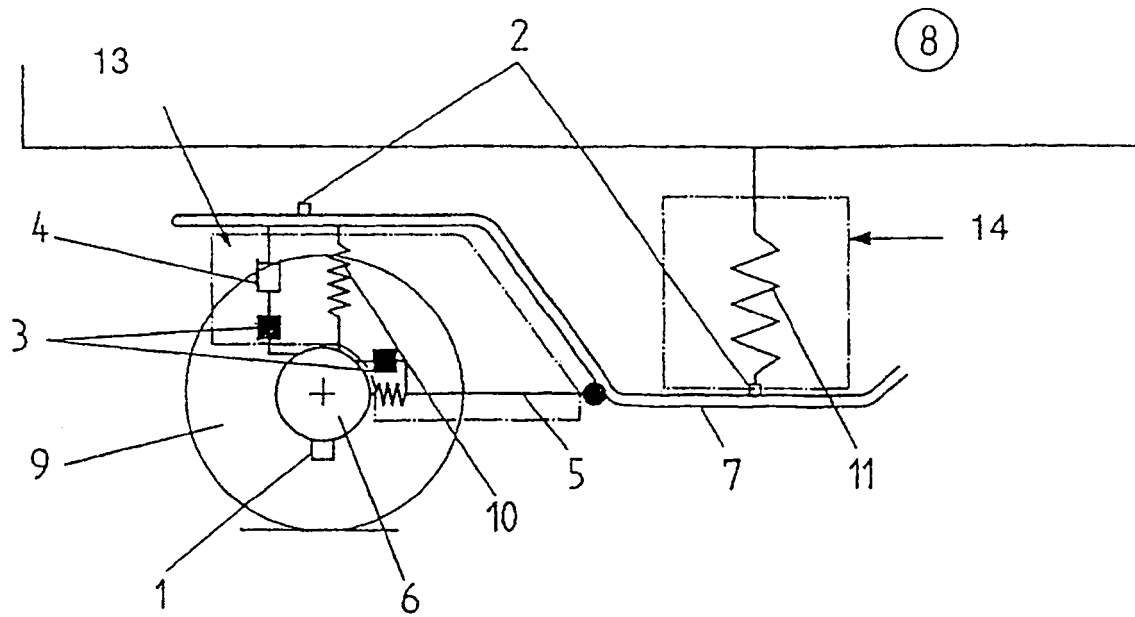


Fig. 1

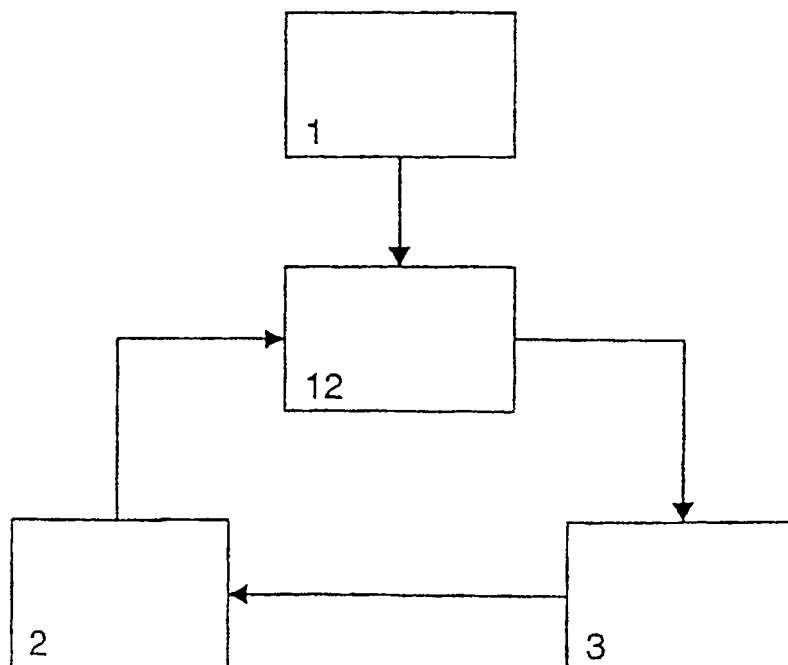


Fig. 2