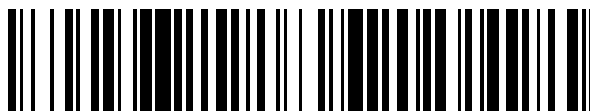


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 740 732**

51 Int. Cl.:

E01C 19/38 (2006.01)

B25F 5/00 (2006.01)

E02D 3/046 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2016** **E 16165357 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019** **EP 3085832**

54 Título: **Dispositivo para la compactación de un sustrato**

30 Prioridad:

20.04.2015 DE 102015106008

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

06.02.2020

73 Titular/es:

**AMMANN SCHWEIZ AG (100.0%)
Eisenbahnstrasse 25
4901 Langenthal, CH**

72 Inventor/es:

**HÖRSTER, JOCHEN y
GOWOREK, DANIEL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 740 732 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

Dispositivo para la compactación de un sustrato

Introducción

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la compactación de un sustrato según el preámbulo de la reivindicación 1.

En el sentido de la presente invención, bajo una «unidad de contacto con el suelo» se entiende una unidad que entra en contacto directamente con el sustrato a tratar correspondientemente. En un dispositivo que está realizado como placa vibratoria se forma una unidad de contacto con el suelo de este tipo en general por una placa de metal plana, que puede vibrar por medio de un excitador de vibraciones.

10 En el sentido de la presente solicitud, bajo un «dispositivo de guiado» se entiende un dispositivo por medio del que se puede guiar el dispositivo, es decir, al dispositivo se le puede aplicar un cambio de dirección y se puede empujar y tirar del dispositivo. Los dispositivos conocidos del tipo descrito al inicio presentan una «estabilidad direccional automática» en un estado de funcionamiento en el que el excitador de vibraciones está activo, de modo que en general no se necesita una intervención del usuario del dispositivo en el sentido de la aplicación de un movimiento directriz o similares. En el sentido de la presente solicitud, el dispositivo de guiado es en cualquier caso uno tal que se maneja directamente por un usuario del dispositivo. Es decir, el dispositivo de guiado no actúa en el sentido de un guiado teledirigido.

20 El «excitador de vibraciones» mencionado es en general una excéntrica que se acciona típicamente mediante un motor de combustión interna. La excéntrica genera, por medio de un movimiento de una masa alrededor de un eje dispuesto de forma excéntrica, una vibración por medio de la que al menos la unidad de contacto con el suelo se puede hacer vibrar de la forma deseada.

25 En cierto sentido, lo contrario del «estado de funcionamiento» aquí descrito es un «estado de reposo». Bajo este estado de reposo se entiende un estado del dispositivo de guiado en el que este está libre de fuerzas exteriores. En particular en el estado de reposo no se usa el dispositivo de guiado del dispositivo y por lo tanto solo está expuesto a la fuerza del peso que actúa debido a su peso propio. La unidad amortiguadora está presente en este estado de reposo en consecuencia en un estado esencialmente no deformado, dado que no tiene lugar una transmisión de fuerzas de la unidad de guiado hacia el carro superior.

30 Un «estar en contacto entre sí» de las superficies del medio de conexión y la unidad amortiguadora se debe entender de modo que estas superficies están en contacto entre sí de modo que es posible un flujo de fuerza de la unidad amortiguadora hacia el medio de conexión y a la inversa. Para ello no se requiere obligatoriamente que entre las superficies correspondientes de la unidad amortiguadora y del medio de conexión esté presente un contacto en toda la superficie. En lugar de ello es concebible asimismo que solo esté en contacto una parte de las superficies correspondientes de la unidad amortiguadora y el medio de conexión. Sin embargo, puede ser ventajoso que entre las superficies correspondientes de la unidad amortiguadora y del medio de conexión exista un contacto en toda la superficie.

35 Una dirección que se designa aquí como «radialmente respecto al eje de giro» está orientada perpendicularmente al eje de giro del dispositivo. Un solapamiento del dispositivo de guiado y de la unidad amortiguadora en la zona de solapamiento significa por lo tanto que en un corte imaginario radialmente respecto al eje de giro dentro de la zona de solapamiento se cortan tanto la unidad amortiguadora como también el dispositivo de guiado. Una realización de este tipo no se da en el estado de la técnica mencionado anteriormente, dado que la placa de conexión de allí está orientada en paralelo a un lado frontal de la unidad amortiguadora de allí, así como está dispuesta en este lado frontal; por lo tanto, allí no se puede guiar ningún corte radialmente respecto al eje de giro de allí, por medio del que se corten tanto el medio de conexión de allí como también la unidad amortiguadora de allí.

Estado de la técnica

45 Por el estado de la técnica ya se conocen dispositivos del tipo descrito al inicio. Típicamente se usan para la compactación de un sustrato. Esto se realiza porque la unidad de contacto con el suelo que se hace vibrar actúa «sacudiendo» sobre el sustrato correspondiente. Debido a una masa del dispositivo se compactan las partículas individuales de las que está formado el sustrato. De esta manera es posible solidificar el sustrato en cierto sentido, de modo que este solo cede en una medida reducida bajo una sollicitación aplicada a continuación, por ejemplo, un edificio o trazado a elaborar sobre él, y no se producen asentamientos indeseados.

55 En particular por el documento DE 297 01 737 U1 se conoce un dispositivo cuyo dispositivo de guiado está conectado con el carro superior de allí bajo intercalado de una unidad amortiguadora. La unidad amortiguadora sirve para «amortiguar» una vibración del carro superior y por consiguiente transmitirla solo en una medida reducida al dispositivo de guiado. Eso tiene una importancia especial en el sentido de que una aceleración del dispositivo de guiado se debería situar por debajo de $2,5 \text{ m/s}^2$ debido a disposiciones en materia de protección en el trabajo, para que el uso del dispositivo no se limite temporalmente. En el caso de los valores de aceleración por encima de $2,5 \text{ m/s}^2$, la norma

DIN EN ISO 5349 prescribe una limitación temporal de la duración de uso diaria de un dispositivo. Esto conviene evitarlo.

Para conseguirlo, la unidad amortiguadora del dispositivo conocido en el estado de la técnica está formada por un material elástico, de modo que se puede deformar de manera especialmente sencilla. La unidad amortiguadora está dispuesta en el carro superior del dispositivo, de manera que en cierto sentido actúa como elemento intermedio entre el dispositivo de guiado y el carro superior. Es decir, que el dispositivo de guiado y el carro superior no están en contacto directo, sino que las fuerzas que fluyen entre la unidad de guiado y el carro superior se transmiten en cualquier caso exclusivamente por medio del dispositivo amortiguador.

Si bien la «amortiguación» de las vibraciones del carro superior se desea por los motivos mencionados, entonces es desventajosa básicamente una transmisión indirecta condicionada por ello de los movimientos del dispositivo de guiado hacia el carro superior con vistas a un guiado del carro superior. La transmisión vaga mencionada se efectúa gracias a la elasticidad de la unidad amortiguadora, que conduce a que un movimiento directriz que se ejerce sobre el dispositivo de guiado solo se transmita de una forma amortiguada sobre el carro superior. Con esta finalidad, la unidad amortiguadora según el documento DE 297 01 737 U1 arriba mencionado está configurada de manera que se rigidiza al alcanzar una deformación determinada, de modo que es posible una transmisión de fuerzas más directa o «menos filtrada» entre la unidad de guiado y el carro superior. Se entiende que con esta rigidización de la unidad amortiguadora también se transmiten las vibraciones del carro superior en una medida aumentada hacia el dispositivo de guiado; no obstante, dado que esto solo tiene lugar en general durante períodos proporcionalmente cortos, de ello no se deduce un riesgo para la salud aumentado para el usuario del dispositivo.

Para garantizar un efecto amortiguador de la unidad amortiguadora tiene una importancia especial que se evite un contacto de metal a metal. Debido a la rigidez elevada del metal, un contacto semejante conduce concretamente a una transmisión directa de la vibración del carro superior hacia la unidad de guiado. Para evitar un contacto directo entre las piezas metálicas del dispositivo de guiado y del carro superior, la unidad amortiguadora según el documento mencionado del estado de la técnica está vulcanizada sobre una placa de conexión, que está fijada en el carro superior. Esta placa de conexión sirve exclusivamente para la conexión del carro superior con la unidad amortiguadora; no se produce un contacto entre la placa de conexión y el dispositivo de guiado.

La placa de conexión está dispuesta en un lado frontal de la unidad amortiguadora dirigido hacia el carro superior. Un flujo de fuerza entre el dispositivo de guiado y el carro superior se realiza por lo tanto partiendo del dispositivo de guiado a la unidad de guiado y desde allí mediante la placa de conexión al carro superior. Las fuerzas que actúan sobre la unidad amortiguadora se retiran en consecuencia mediante momentos de giro y fuerzas de cizallamiento en la placa de conexión. La introducción de una fuerza del dispositivo de guiado a la unidad amortiguadora se realiza por ello en cualquier caso de forma excéntrica observado desde la placa de conexión. Este tipo de sollicitación es desventajosa para la conexión de la unidad amortiguadora elástica y proporcionalmente blanda con la placa de conexión rígida. En particular en la zona de borde de la placa de conexión aparecen picos de tensión que son desventajosos para una durabilidad de la conexión de ambas piezas.

Otro ejemplo conocido en el estado de la técnica, que muestra un elemento amortiguador configurado en forma anular, se deduce de las patentes estadounidenses US 3.972.637 y US 4.113.403. En particular el último documento mencionado da a conocer una placa vibratoria típica, cuyo dispositivo de guiado está conectado con el carro superior usando una unidad amortiguadora. La unidad amortiguadora sirve para atenuar una transmisión de vibraciones del carro superior hacia el dispositivo de guiado. No obstante, la construcción es desventajosa en este sentido cuando el dispositivo de guiado está conectado de forma rígida con el carro superior con la finalidad de la transmisión de fuerzas de guiado, por medio de las que se puede conducir la placa vibratoria. De este modo se puede esperar una transmisión proporcionalmente grande de las vibraciones hacia el dispositivo de guiado.

Objetivo

La presente invención tiene por ello el objetivo de poner a disposición un dispositivo cuya conexión del dispositivo de guiado y del carro superior se mejore respecto al estado de la técnica.

Solución

El objetivo que sirve de base se consigue, partiendo de un dispositivo del tipo descrito al inicio, según la invención mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas se deducen de las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

El dispositivo según la invención tiene muchas ventajas. En particular es posible un flujo de fuerza mejorado respecto al estado de la técnica entre el medio de conexión y la unidad amortiguadora. Esto se basa en que el medio de conexión se extiende «a lo largo» al menos de una parte de un eje longitudinal de la unidad amortiguadora, de modo que al menos se reduce una sollicitación excéntrica del medio de conexión, como está presente en el estado de la técnica. El eje longitudinal de la unidad amortiguadora está orientado en paralelo al eje de giro. A este respecto, básicamente es irrelevante si el medio de conexión se extiende dentro de la unidad amortiguadora o si rodea la unidad amortiguadora. En cualquier caso el medio de conexión actúa no solo en un lado frontal de la unidad amortiguadora, sino que permite una introducción de una fuerza en el medio de conexión en una zona dirigida hacia dentro partiendo

del lado frontal. El medio de conexión puede estar configurado en particular por un perno o un elemento tubular. Asimismo son planteables otras realizaciones del medio de conexión. En cualquier caso es ventajoso que el medio de conexión esté formado por un material resistente, en particular por un material metálico. Un medio de conexión de este tipo es especialmente apropiado para derivar las fuerzas que actúan en el carro superior. En este caso se entiende que un medio de conexión de este tipo es más apropiado respecto a la unidad amortiguadora según el estado de la técnica, a fin de retirar las fuerzas que actúan del dispositivo de guiado hacia la unidad amortiguadora por medio de momentos de flexión y fuerzas de cizallamiento.

Otra ventaja del dispositivo según la invención consiste en su fabricación especialmente sencilla. En particular no es necesario vulcanizar la unidad amortiguadora sobre una placa de conexión. En lugar de ello la unidad amortiguadora y el medio de conexión se pueden conectar entre sí mediante «colocación por deslizamiento», es decir, mediante un movimiento de la unidad amortiguadora y del medio de conexión uno con respecto a otro en una dirección en paralelo al eje longitudinal de la unidad amortiguadora.

La configuración de la sección transversal anular de la unidad amortiguadora tiene una importancia especial para su efecto amortiguador. Sirve de base la consideración de que, independientemente del material del que esté hecha la unidad amortiguadora, solo por la configuración de la sección transversal anular ya se puede generar un efecto amortiguador. Esto es posible en particular porque la sección transversal anular no se realiza como sección transversal plena, sino como sección transversal «disgregada». Bajo esto se entiende una sección transversal tal que presenta al menos una escotadura respecto a una sección transversal plena o una sección transversal maciza. Es decir, que a una sección transversal anular semejante se le retira material respecto a una sección transversal plena. De este modo se reduce una rigidez de la unidad amortiguadora o, en otras palabras, se aumenta su elasticidad. Así se entiende que una sección transversal anular semejante, provista de al menos una escotadura, posiblemente con varias escotaduras, a solas presenta al menos un cierto efecto de amortiguación debido a su geometría.

El último se produce por la rigidez reducida de la unidad amortiguadora. La rigidez reducida tiene de nuevo la consecuencia de que baja la frecuencia propia de la unidad amortiguadora o una unidad imaginaria a partir de unidad amortiguadora y dispositivo de guiado. La unidad amortiguadora está configurada de modo que su frecuencia propia se sitúa claramente por debajo de la frecuencia de excitación del excitador de vibraciones. De este modo se evita esencialmente una excitación de la unidad amortiguadora y en consecuencia también del dispositivo de guiado; en particular no se puede producir una amplificación de la vibración del generador de vibraciones en el dispositivo de guiado. La rigidez a cizallamiento de una unidad amortiguadora es preferentemente considerablemente menor que su rigidez longitudinal, en particular en al menos el factor 10. A este respecto, la rigidez longitudinal describe aquella rigidez de la unidad amortiguadora que presenta esta radialmente respecto al eje de giro. La rigidez a cizallamiento designa la rigidez que presenta la unidad amortiguadora en paralelo al eje de giro.

Para el efecto de la unidad amortiguadora es especialmente ventajoso que, en el sentido de la presente solicitud, la «transmisión exclusiva de fuerzas» entre el dispositivo de guiado y el carro superior esté presente no solo temporalmente, sino esencialmente continuamente durante el estado de funcionamiento. Una interrupción de una «transmisión exclusiva de fuerzas» semejante se puede producir, por ejemplo, porque mediante el dispositivo de guiado se debe aplicar un momento de giro que actúa alrededor de un eje horizontal. Un momento de giro semejante es apropiado para elevar el dispositivo en un extremo alejado del dispuesto de guiado. Esto se puede desear en particular en movimientos directrices. El momento de giro se genera en general mediante la cooperación de dos puntos de conexión del dispositivo de guiado y carro superior, en el que mediante estos puntos de conexión se le puede transmitir un par de fuerzas al carro superior. Este par de fuerzas provoca el momento de giro descrito. Adicionalmente a un punto de conexión en el que actúa la unidad amortiguadora, por lo tanto, puede estar presente al menos un segundo punto de conexión, contra el que se puede apoyar el dispositivo de guiado, a fin de aplicar el momento de giro descrito. En el caso de contacto del dispositivo de guiado con este segundo punto de conexión se produce temporalmente -típicamente solo brevemente- una transmisión de fuerzas entre el dispositivo de guiado y el carro superior, que no se realiza mediante la unidad amortiguadora. Esto es inocuo para el éxito según la invención.

En una configuración ventajosa del dispositivo según la invención, el medio de conexión se extiende en una dirección paralela respecto al eje de giro al menos sobre toda una longitud de la unidad amortiguadora. Es decir, que en un corte a voluntad a través de la unidad amortiguadora radialmente respecto al eje se cortan en cualquier caso tanto la unidad amortiguadora como también el medio de conexión. Esta realización tiene la ventaja de que es máxima una superficie de contacto que se forma entre las superficies correspondientes del medio de conexión y la unidad amortiguadora. Esto conduce a que las fuerzas a transmitir entre la unidad amortiguadora y el medio de conexión se pueden distribuir sobre una superficie máxima. En particular la unidad amortiguadora, que está configurada en general de forma elástica, está expuesta por consiguiente a una presión superficial proporcionalmente baja. Además, es planteable que el medio de conexión se extienda más allá de la unidad amortiguadora, es decir, sobresalga de un extremo de la unidad amortiguadora alejado al carro superior. Esto puede ser ventajoso en este sentido cuando este extremo del medio de conexión, que descolga de la unidad amortiguadora, se puede proveer con un elemento de fijación, que se extiende esencialmente en una dirección radial respecto al eje de giro. Un elemento de fijación semejante es apropiado para engranar en arrastre de forma con una superficie frontal de la unidad amortiguadora alejada del carro superior y, de esta manera, bloquear un movimiento de la unidad amortiguadora en una dirección alejada del carro superior con respecto al medio de conexión. Un elemento de fijación semejante puede estar formado en particular por un pasador de seguridad, que se extiende radialmente respecto al eje de giro.

Además, es ventajoso que el dispositivo de guiado y la unidad amortiguadora se solapen de manera que el medio de conexión se extienda dentro de la unidad amortiguadora. En una configuración semejante, la unidad amortiguadora circunda el medio de conexión al menos parcialmente, es decir, el medio de conexión se sitúa en cierto sentido «dentro» de la unidad amortiguadora. Preferentemente la unidad amortiguadora circunda completamente el medio de conexión, de modo que una superficie interior de la unidad amortiguadora coopera completamente con una superficie exterior del medio de conexión. En este caso es planteable por ello que el medio de conexión se extienda más allá de la unidad amortiguadora, en el que una parte de una superficie exterior del medio de conexión no está rodeada por la unidad amortiguadora.

Con vistas a la unidad amortiguadora puede ser especialmente ventajoso que ella misma esté configurada de forma simétrica en rotación. De ello se deduce, independientemente de una posición de giro del dispositivo de giro con respecto al carro superior, una transmisión de fuerzas siempre uniforme entre la unidad amortiguadora y el medio de conexión, dado que una sección transversal de la unidad amortiguadora es igual en cualquier caso independientemente de la posición de giro.

En una configuración ventajosa adicional del dispositivo según la invención, la escotadura central se extiende sobre toda la longitud de la unidad amortiguadora. Alrededor de esta escotadura, la última configura la sección transversal anular que circunda la escotadura de forma circunferencial. Es decir, que en un corte a través de la unidad amortiguadora, en el que también se corta la escotadura, la sección transversal anular circunferencial se corta en conjunta dos veces. Una escotadura de este tipo es especialmente muy apropiada para recibir el medio de conexión del carro superior. A este respecto, una configuración de la escotadura sobre toda la longitud de la unidad amortiguadora es ventajosa en particular por motivos técnicos de fabricación.

Como formas de sección transversal para la sección transversal anular pueden ser ventajosas en particular una sección transversal con forma de Z o con forma de W. Estas formas de sección transversal designan respectivamente una forma de la sección transversal anular en el estado de reposo del dispositivo de guiado, es decir, en un estado en el que la unidad amortiguadora está esencialmente libre de fuerzas exteriores y en consecuencia no está deformada. Ha resultado que la forma en Z mencionada así como la forma en W mencionada son especialmente ventajosas para un efecto amortiguador de la unidad amortiguadora. En particular las unidades amortiguadoras de este tipo se pueden deformar de forma relativamente sencilla en una dirección radialmente respecto al eje de giro, es decir, que partiendo de una posición cero, en la que la unidad amortiguadora no está deformada, se pueden deformar a una posición de desvío. Esta posición de desvío se alcanza al menos a continuación cuando la unidad amortiguadora está deformada en al menos un punto a lo largo de su sección transversal anular, de manera que se configura en cierto sentido una sección transversal plena. En otras palabras, en la posición de desvío, las escotaduras descritas anteriormente de la sección transversal anular están completamente «comprimidas», de modo que en el punto correspondiente está presente una sección transversal reducida respecto a la sección transversal anular en la posición cero de la unidad amortiguadora, no obstante, que no presenta más escotaduras.

Esto conduce a que la unidad amortiguadora se rigidice al menos en este punto de la sección transversal anular, dado que no es posible una deformación adicional sin más. En lugar de ello a una fuerza exterior que actúa le contrarresta ahora la resistencia del material inherente al material de la unidad amortiguadora, el así denominado módulo de Young. Esto significa que, al actuar una fuerza sobre el dispositivo de guiado y en consecuencia sobre la unidad amortiguadora, la unidad amortiguadora presenta en primer lugar una rigidez baja; no obstante, se rigidiza en cuanto alcanza su posición de desvío. En tanto que no es suficiente la fuerza que actúa para deformar el dispositivo amortiguador hasta su posición de desvío, la unidad amortiguadora de precisamente aquella fuerza opone una rigidez proporcionalmente baja, que se produce -según se ha explicado anteriormente- a partir de la geometría disgregada de la sección transversal anular. Solo cuando la fuerza alcanza un valor, que es apropiado para comprimir la sección transversal anular completamente en un punto, se produce la rigidización descrita. Esta fuerza se designa aquí como «fuerza límite».

Este comportamiento de la unidad amortiguadora es deseable en este sentido cuando, en cualquier caso, tenga que ser posible transmitir fuerzas dignas de mención hacia el dispositivo o el carro superior mediante el dispositivo de guiado, a fin de poder guiar o dirigir el dispositivo de forma fiable. Para la introducción de fuerzas de este tipo del dispositivo de guiado en el carro superior es verdaderamente desventajosa la configuración elástica de la unidad amortiguadora. Sin embargo, se requiere esto por los motivos explicados al inicio, a fin de desacoplar una vibración del carro superior de la forma más efectiva posible del dispositivo de guiado. El modo de funcionamiento aquí descrito encuentra un compromiso entre dos objetivos, en tanto que solo se produce entonces una rigidización de la unidad amortiguadora, que también va acompañada evidentemente con una transmisión creciente de vibraciones del carro superior hacia el dispositivo de transmisión, cuando el dispositivo se debe conducir con ayuda de grandes fuerzas de guiado. En general esto se requiere solo durante períodos cortos durante el funcionamiento del dispositivo, de modo que se reduce el menoscabo de la comodidad de guiado del dispositivo en una medida no digna de mención.

Además puede ser ventajosa una realización semejante del dispositivo según la invención, en la que la unidad amortiguadora presenta un saliente axial en un lado frontal dirigido hacia el carro superior. Este saliente axial está posicionado en la unidad amortiguadora, de manera que está dirigido gracias a un lado frontal lateral hacia el carro superior y está en contacto al menos temporalmente, preferentemente continuamente, gracias al lado frontal precisamente aquel con el carro superior. El saliente axial se extiende a este respecto en paralelo al eje de giro, es

decir, en paralelo a un eje longitudinal de la unidad amortiguadora. Puede ser ventajoso en este sentido cuando una distancia entre la unidad amortiguadora «verdadera» y el carro superior se corresponde en cualquier caso al menos con la longitud del saliente, que esté presente medido en una dirección en paralelo al eje de giro. Bajo la «unidad amortiguadora verdadera» se entiende en este contexto aquella parte de la unidad amortiguadora, que se usa para una transmisión de fuerzas entre el medio de conexión y el dispositivo de guiado. El dispositivo de guiado está dispuesto en general en la unidad amortiguadora mediante un medio de acoplamiento metálico. En el curso de un movimiento directriz se mueve al menos una sección de este medio de acoplamiento en una dirección en paralelo al eje de giro o se gira alrededor del medio de conexión, de modo que al menos un lado frontal del medio de acoplamiento se mueve en una dirección hacia el carro superior. A este respecto, mediante el saliente descrito se garantiza que no se efectúa un contacto entre el medio de acoplamiento y el carro superior, dado que el saliente obliga a un cierto «espacio libre» entre el medio de acoplamiento y el carro superior. En el caso de un contacto descrito del medio de acoplamiento y carro superior, el medio de acoplamiento metálico cooperaría directamente con el carro superior, en el que una transmisión de vibraciones del carro superior hacia el medio de acoplamiento y en consecuencia hacia el dispositivo de guiado tendría lugar directamente, es decir, sin amortiguarse. Esto no es deseable por los motivos mencionados anteriormente. Por medio del saliente se fija ahora la distancia entre el medio de acoplamiento o el dispositivo de guiado y el carro superior a una medida mínima, de modo que no se produce el contacto descrito de «metal a metal».

Ventajosamente la unidad amortiguadora está formada por un material elástico, en particular por un elastómero, preferentemente por un caucho natural. Un material de este tipo es especialmente preferible con vistas a sus propiedades de amortiguación. A este respecto es válido que una elasticidad tanto mayor del material de la unidad amortiguadora provoque una amortiguación tanto mejor de las vibraciones del carro superior.

Ha resultado que este material elástico de la unidad amortiguadora presenta ventajosamente una dureza, que se sitúa en el rango de 25 Shore a 55 Shore, preferentemente en el rango de 35 Shore a 45 Shore. En este rango de dureza se garantizan tanto una transmisión suficiente de las fuerzas entre el dispositivo de guiado y el carro superior, como también una amortiguación de las vibraciones del carro superior que satisfice las determinaciones explicadas al inicio. En particular la unidad amortiguadora es suficientemente dura, para que el dispositivo se pueda mover de forma fiable mediante el dispositivo de guiado, en particular conducirse lateralmente.

En otra configuración ventajosa del dispositivo según la invención, el medio de acoplamiento, mediante el que la unidad amortiguadora está acoplada con el dispositivo de guiado y a la inversa, configura una zona de solapamiento con la unidad amortiguadora. En esta zona de solapamiento, la unidad amortiguadora y el medio de acoplamiento se solapan en una dirección radialmente respecto al eje de giro, es decir, en una dirección perpendicularmente al eje longitudinal de la unidad amortiguadora, en la que las superficies correspondientes de la unidad amortiguadora y del medio de acoplamiento están en contacto entre sí. El término del «solapamiento» se debe entender en este contexto de forma análoga al solapamiento de la unidad amortiguadora con el medio de conexión. Es decir, que en un corte guiado en un plano perpendicularmente al eje de giro dentro de la zona de solapamiento de la unidad amortiguadora y del medio de acoplamiento se cortan tanto la unidad amortiguadora como también el medio de acoplamiento. Mediante una realización semejante es posible transmitir una fuerza aplicada por medio del dispositivo de guiado mediante una combinación de una fuerza de tracción y una fuerza de compresión sobre la unidad amortiguadora y finalmente sobre el medio de conexión o el carro superior. En particular no es necesario transmitir la fuerza que actúa sobre el dispositivo de guiado por medio de momentos de flexión o fuerzas de cizallamiento hacia la unidad amortiguadora.

En principio no se requiere que la zona de solapamiento de la unidad amortiguadora se solape igualmente con el medio de conexión y la zona de solapamiento de la unidad amortiguadora con el medio de acoplamiento. Es decir, en principio es concebible que las zonas de solapamiento mencionadas estén dispuestas en cierto sentido «una junto a otra» a lo largo del eje de giro. En una configuración semejante, el medio de conexión se extiende solo sobre una parte del eje longitudinal de la unidad amortiguadora, en la que el medio de acoplamiento se extiende exclusivamente en una zona adyacente, que comienza al otro lado de un extremo del medio de conexión. En consecuencia, no es concebible un guiado del corte perpendicularmente al eje de giro o el eje longitudinal de la unidad amortiguadora, en el que se corten los tres elementos, concretamente el medio de conexión, la unidad amortiguadora y el medio de acoplamiento.

Si bien es concebible la descripción anterior, es especialmente ventajoso que en la unidad amortiguadora se configure una «zona de solapamiento común», en la que se solapan el medio de conexión, la unidad amortiguadora y el medio de acoplamiento. Se entiende que se puede realizar un flujo de fuerza entre el medio de conexión y el medio de acoplamiento de esta manera al menos en parte, preferentemente completamente, mediante las fuerzas de compresión y fuerzas de tracción. Una transmisión de fuerzas por medio de momentos de flexión y fuerzas de cizallamiento no es necesaria por lo tanto al menos exclusivamente, ventajosamente de ninguna manera. Resulta que se puede preferir especialmente una realización semejante, en la que la zona de solapamiento, que configura el medio de conexión con la unidad amortiguadora, coincide con la zona de solapamiento, que configura el medio de acoplamiento con la unidad amortiguadora, de modo que se cubren completamente las dos zonas de solapamiento. En este caso es posible una transmisión de fuerzas entre el medio de acoplamiento y el medio de conexión exclusivamente con fuerzas de tracción y fuerzas de compresión, que se transmiten mediante la unidad amortiguadora.

En particular es ventajoso que el medio de acoplamiento esté configurado en forma de un casquillo, que rodea la

unidad amortiguadora, en el que este casquillo circunda ventajosamente la unidad amortiguadora al menos esencialmente, preferentemente completamente. Bajo un «casquillo» se entiende un elemento cilíndrico, en el que el cilindro no debe estar necesariamente completamente cerrado; en lugar de ello puede estar presente al menos una hendidura, que atraviesa la envolvente del cilindro o del casquillo. Sin embargo, para una transmisión de fuerzas entre el medio de acoplamiento y la unidad amortiguadora es especialmente ventajoso que el casquillo esté cerrado en sí. El casquillo comprende la unidad amortiguadora, de manera que la unidad amortiguadora esté dispuesta dentro del casquillo. Una transmisión de fuerzas del casquillo hacia la unidad amortiguadora se realiza por medio de superficies envolventes de ambas piezas, en la que una superficie envolvente exterior de la unidad amortiguadora coopera con una superficie envolvente interior del casquillo. No se requiere forzosamente un tipo especial de conexión en arrastre de fuerza entre el casquillo y la unidad amortiguadora. A este respecto se entiende que es concebible un movimiento relativo del casquillo respecto a la unidad amortiguadora solo en una dirección en paralelo al eje longitudinal de la unidad amortiguadora. No obstante, gracias al contacto entre las superficies envolventes de ambas partes se produce un cierre por fricción, que previene esencialmente un desplazamiento relativo de ambas piezas. Para ello puede ser ventajoso que un diámetro exterior de la unidad amortiguadora sobrepase mínimamente un diámetro interior del casquillo o del medio de acoplamiento, de modo que la unidad amortiguadora se debe «introducir a presión» en cierto sentido en el casquillo. De este modo se eleva artificialmente una fuerza normal, que se establece entre las superficies envolventes correspondientes de la unidad amortiguadora y del casquillo, por lo que también se eleva una fuerza de fricción transmitible máxima como consecuencia directa.

Además, puede ser especialmente ventajoso que la unidad amortiguadora se pueda deformar partiendo de un estado de reposo del dispositivo de guiado al ejercer una fuerza sobre la misma, en el que aumenta una rigidez de la unidad amortiguadora con deformación creciente de la unidad amortiguadora. Este aumento de la rigidez no debe ser obligatoriamente un aumento constante. En lugar de ello es concebible asimismo que la rigidez de la unidad amortiguadora aumente de forma repentina y por consiguiente discontinua al alcanzar una deformación determinada («deformación límite»). En este caso es concebible que la rigidez de la unidad amortiguadora permanezca constante tanto antes de alcanzar esta deformación límite como también después. Gracias al aumento de la rigidez se mejora una transmisión de fuerzas entre el dispositivo de guiado y el carro superior. En particular, con rigidez creciente se puede aplicar tanto más fácilmente un cambio de dirección mediante el dispositivo de guiado del dispositivo. La modificación de la rigidez de la unidad amortiguadora se puede provocar tanto por motivos específicos al material, como también por modificación geométrica de la unidad amortiguadora. En particular mediante la última se puede plantear de forma especialmente sencilla modificar de forma digna de mención la rigidez de la unidad amortiguadora con deformación creciente. Una posibilidad de conseguirlo se ha explicado anteriormente mediante las geometrías especiales de la unidad amortiguador o de una sección transversal anular de una unidad amortiguadora. Por consiguiente se pueden comprimir las cavidades de la unidad amortiguadora en particular debido al efecto aumentado de la fuerza, de modo que se modifica una sección transversal en primer lugar «disgregada» de la unidad amortiguadora hacia una sección transversal maciza.

Ventajosamente la rigidez de la unidad amortiguadora se modifica, partiendo de una rigidez inicial hacia una rigidez final, en la que la rigidez inicial actúa en un estado no deformado de la unidad amortiguadora y la rigidez final se eleva respecto a la rigidez inicial. Al alcanzar una rigidez final es posible de forma especialmente sencilla transmitir las fuerzas entre el dispositivo de guiado y el carro superior, sin que se deforme aún más en este caso de forma digna de mención la unidad amortiguadora. En este estado se reduce fuertemente un efecto amortiguador de la unidad amortiguadora o un desacoplamiento entre el dispositivo de guiado y el carro superior, de modo que tiene lugar una transmisión de vibraciones entre el carro superior y el dispositivo de guiado en medida creciente. Este no es el caso en presencia de la rigidez inicial de la unidad amortiguadora; esta es pequeña de manera que la unidad amortiguadora se deforma de forma relativamente sencilla bajo el efecto de una fuerza y de esta manera puede absorber de manera especialmente sencilla los movimientos del medio de conexión del carro superior. De ello resulta el efecto amortiguador deseado de la unidad amortiguadora. Ventajosamente la rigidez final de la unidad amortiguadora se eleva en un factor de al menos 10, preferentemente 20, preferentemente 30, respecto a la rigidez inicial.

Además, para el dispositivo según la invención puede ser ventajoso que el dispositivo de guiado esté formado por una lanza de 2 brazos, que está conectada con el carro superior en dos puntos de conexión. En este caso, cada uno de los dos puntos de conexión está equipado respectivamente con una unidad amortiguadora, de modo que el dispositivo de guiado o la lanza está desacoplado del carro superior. Bajo el uso de una unidad amortiguadora, que presenta una sección transversal anular que, en el sentido de la explicación anterior, está configurada con forma de Z o con forma de W, es especialmente ventajoso que estas unidades amortiguadoras estén dispuestas «con simetría especular». En particular, con vistas a una configuración con forma de Z de la sección transversal anular esto significa que un nervio central de la Z debería estar inclinado hacia el carro superior. Es decir, que el nervio central se aproxima sucesivamente, partiendo de su extremo alejado del carro superior, hacia su extremo del eje de giro del dispositivo de guiado dirigido hacia el carro superior. Gracias a este tipo de disposición de la unidad amortiguadora es posible transmitir una fuerza que actúa en paralelo al eje de giro y sobre la unidad amortiguadora por medio de una fuerza de tracción, que se configura dentro del nervio central de la sección transversal anular con forma de Z. Eso es ventajoso en particular con vistas a movimientos directrices, en los que se conduce el dispositivo. Una conducción se realiza por medio de la aplicación de un par de fuerzas a través de la lanza de 2 brazos, en la que, según la dirección de conducción, en los puntos de conexión se introducen fuerzas en sentido contrario en el carro superior. Debido a la elasticidad de la unidad amortiguadora, la misma se deforma bajo las fuerzas que actúan, de modo que se produce

un giro del dispositivo de guiado respecto al carro superior. Esto va acompañado en cualquier caso con un movimiento axial del medio de acoplamiento con respecto al medio de conexión, en el que la unidad amortiguadora se deforma correspondientemente. Por medio del nervio central de una sección transversal anular en forma de Z se puede retirar esta deformación de la unidad amortiguadora mediante una fuerza de tracción. La unidad amortiguadora misma queda por consiguiente esencialmente en forma.

Ejemplos de realización

El dispositivo según la invención se explica más en detalle a continuación mediante un ejemplo de realización, que está representado en las figuras. Muestran:

la figura 1: una vista isométrica de un dispositivo según la invención,

la figura 2: un detalle de un punto de conexión, en el que está conectado un dispositivo de guiado con un carro superior del dispositivo,

la figura 3: una sección transversal a través de una primera unidad amortiguadora,

la figura 4: una vista isométrica de la primera unidad amortiguadora,

la figura 5: una sección transversal a través de una segunda unidad amortiguadora,

la figura 6: una vista isométrica de la segunda unidad amortiguadora, y

la figura. 7: un diagrama de fuerza-deformación de una unidad amortiguadora.

Un primer ejemplo de realización, que está representado en las figuras 1 y 2, comprende un dispositivo 1 según la invención, que comprende un carro inferior 2 con una unidad de contacto con el suelo 3 así como un carro superior 4. El carro superior 4 está conectado con un dispositivo de guiado 5, que está configurado en forma de una lanza de dos brazos. El dispositivo de guiado 5 está conectado con el carro superior 4 en dos puntos de conexión 6 opuestos, en el que el dispositivo de guiado 5 se puede girar con respecto al carro superior 4. Los puntos de conexión 6 están dispuestos sobre un eje común, que describe un eje de giro 7 del dispositivo de guiado 5. Un giro del dispositivo de guiado 5 alrededor del carro superior 4 se realiza alrededor de este eje de giro 7, que está orientado horizontal y perpendicularmente a un eje principal del dispositivo 1. Además, el carro superior 4 presenta un segundo punto de conexión 23, que está dispuesto espaciado del primer punto de conexión 6. El segundo punto de conexión 23 sirve en cierto sentido como contraapoyo para el dispositivo de guiado 5, por medio del que se puede recibir una fuerza de apoyo. En la práctica, por medio de una cooperación del primer punto de conexión 6 y el segundo punto de conexión 23 se puede aplicar un par de fuerzas sobre el carro superior 4 y elevarlo de esta manera en su extremo delantero. Esto puede ser ventajoso en particular para favorecer un movimiento directriz.

El carro superior 4 comprende además un excitador de vibraciones 8, que está formado aquí por una excéntrica, que se puede accionar por medio de una unidad de accionamiento. Por medio de un funcionamiento del excitador de vibraciones 8 se genera una vibración que se transmite hacia el carro inferior 2, de modo que se hace vibrar la unidad de contacto con el suelo 3. Por medio de esta vibración de la unidad de contacto con el suelo 3 se puede compactar un sustrato no representado en la figura 1.

El dispositivo de guiado 5 está conectado con el carro superior 4 bajo intercalado de dos unidades amortiguadoras 9. El dispositivo de guiado 5 comprende para ello dos medios de acoplamiento 10, que están configurados en forma de un casquillo que rodea respectivamente una de las unidades amortiguadoras 9. Se entiende que los dos medios de acoplamiento 10 están dispuestos respectivamente en extremos opuestos del dispositivo de guiado 5 y cooperan respectivamente con unidades amortiguadoras 9 opuestas entre sí. Debido a la configuración articulada de los puntos de conexión 6 es posible girar el dispositivo de guiado 5 alrededor del eje de giro 7, de modo que se puede modificar una altura de asido del dispositivo de guiado 5. Por lo demás, el dispositivo de guiado 5 está acoplado con el carro superior 4, de manera que las fuerzas de compresión y fuerzas de tracción se pueden transferir del dispositivo de guiado 5 hacia el carro superior 4. Un flujo de fuerza entre el dispositivo de guiado 5 y el carro superior 4 se realiza a este respecto «a través de la unidad amortiguadora 9», no existe una conexión directa que transmite una fuerza entre el dispositivo de guiado 5 y el carro superior 4. En el momento de una transmisión de fuerzas entre el dispositivo de guiado 5 y el carro superior 4 por medio de dos puntos de conexión 6, 23 puede ser posible que brevemente tenga lugar un flujo de fuerza entre el dispositivo de guiado 5 y el carro superior 4 no exclusivamente mediante la unidad amortiguadora 9. No obstante, esto es inofensivo para el éxito según la invención de una mitigación de la vibración del carro superior 4 hacia el dispositivo de guiado 5.

La unidad amortiguadora 9 está hecha de un material elástico, en particular de un caucho natural. De ello resulta que la unidad amortiguadora 9 se puede deformar elásticamente bajo el efecto de una fuerza, en la que es reversible una deformación aplicada. Es decir, que después de una descarga de la unidad amortiguadora 9, la misma vuelve de nuevo a su forma original. No se produce una deformación plástica. Gracias a su capacidad de absorber deformaciones elásticas, las unidades amortiguadoras 9 son capaces de amortiguar las vibraciones del carro superior 4, de manera que estas solo se transmitan en una medida reducida o con una amplitud reducida al dispositivo de guiado 5. Esto

tiene la ventaja especial de que un manejo del dispositivo 1 -y aquí en particular el uso del dispositivo de guiado 5- es relativamente agradable para el usuario correspondientemente, dado que sus brazos solo están expuestos a una vibración reducida en el dispositivo de guiado 5.

5 Para la explicación posterior de uno de los puntos de conexión 6 se remite a la representación en la figura 2. Esta clarifica tanto un extremo del dispositivo de guiado 5, como también uno de los medios de acoplamiento 10. Además, en la figura 2 se puede reconocer un medio de conexión 11, que está conectado con el carro superior 4 de manera que transmite una fuerza. El medio de conexión 11 está formado aquí por un perno metálico macizo alargado, que está soldado con el carro superior 4. La conexión del medio de conexión 11 con el carro superior 4 es apropiada por tanto para transmitir tanto fuerzas longitudinales, como también fuerzas transversales y momentos de flexión al carro superior 4. La unidad amortiguadora 9 presenta una escotadura central 12, a través de la que se extiende el medio de conexión 11. Un eje longitudinal del medio de conexión 11 coincide a este respecto con un eje longitudinal de la unidad amortiguadora 9, así como el eje de giro 7 ya descrito anteriormente. A este respecto, se entiende que la unidad amortiguadora 9 está configurada con simetría de rotación, en la que un eje de rotación de la unidad amortiguadora 9 también coincide con el eje de giro 7. El medio de conexión 11 y la unidad amortiguadora 9 configuran una zona de solapamiento en la que se solapan ambas piezas. El término «solapar» se debe entender en este contexto de modo que un corte guiado radialmente respecto al eje de giro 7 dentro de la zona de solapamiento corta tanto el medio de conexión 11 como también la unidad amortiguadora 9. En el ejemplo aquí mostrado, la zona de solapamiento se extiende partiendo de un lado frontal de la unidad amortiguadora 9 dirigido al carro superior 4 hasta un lado frontal de la unidad amortiguadora 9 alejada del carro superior 4. En otras palabras, la zona de solapamiento se extiende sobre toda la longitud de la unidad amortiguadora 9, que la presenta medida en una dirección en paralelo a su eje longitudinal. El medio de conexión 11 presenta una longitud tal que en un lado de la unidad amortiguadora 9 alejado del carro superior 4 sobresale de la unidad amortiguadora 9. Es decir, que al otro lado de la unidad amortiguadora 9 es posible un corte guiado radialmente respecto al eje de giro 7, que solo corte el medio de conexión 11, no obstante, no la unidad amortiguadora 9. La escotadura 12 de la unidad amortiguadora 9 presenta una sección transversal circular, que se corresponde con la sección transversal del medio de conexión 11. Esto tiene la consecuencia de que la unidad amortiguadora 9 está en contacto con una superficie envolvente exterior del medio de conexión 11 gracias a una superficie envolvente interior de la escotadura 12, en la que en el ejemplo mostrado existe un amplio contacto entre las superficies envolventes dirigidas una hacia otra.

30 El medio de acoplamiento 10 descrito anteriormente está configurado asimismo con simetría de rotación, en el que el medio de acoplamiento 10 está en contacto con una superficie envolvente exterior de la unidad amortiguadora 9 gracias a una superficie envolvente interior. Se entiende que el medio de acoplamiento 10 y la unidad amortiguadora 9 también configuran conjuntamente una zona de solapamiento, en el que la longitud de la unidad amortiguadora 9 se corresponde con una longitud del medio de acoplamiento 10 medida en la dirección del eje de giro 7; es decir, que la zona de solapamiento que configuran estas dos piezas se extiende sobre toda la longitud del medio de acoplamiento 10. Además, el punto de conexión 6 está realizado de manera que se solapan igualmente las dos zonas de solapamiento, que están presentes entre el medio de conexión 11 y la unidad amortiguadora 9, así como entre el medio de acoplamiento 10 y la unidad amortiguadora 9. De ello resulta que un corte guiado radialmente respecto al eje de giro 7 corta en la zona de solapamiento de la unidad amortiguadora 9 y el medio de conexión 11 e igualmente la zona de solapamiento de la unidad amortiguadora 9 y el medio de acoplamiento 10 o no solo el medio de conexión 11 y la unidad amortiguadora 9, sino también el medio de acoplamiento 10. Esta realización tiene la ventaja especial de que una transmisión de fuerzas entre el medio de acoplamiento 10 y el medio de conexión 11 se puede realizar completamente por medio de fuerzas de compresión y fuerzas de tracción; no es necesaria una retirada por medio de fuerzas de cizallamiento y/o momentos de flexión. El medio de acoplamiento 11 deriva estas fuerzas a continuación mediante momentos de flexión en el carro superior 4. Para ello es especialmente apropiado el medio de conexión 11 debido a su realización metálica maciza; en cualquier caso el medio de conexión 11 es claramente mejor para una retirada de fuerzas semejante que la unidad amortiguadora 9, que se usa para la retirada de fuerza precisamente aquella según el estado de la técnica.

50 Una capacidad de giro del dispositivo de guiado 5 alrededor del carro superior 4 o alrededor del medio de conexión 11 se realiza de manera que la unidad amortiguadora 9 se puede girar con respecto al medio de conexión 11 alrededor del eje de giro 7. Por el contrario, la conexión de la unidad amortiguadora 9 con el medio de acoplamiento 10 está configurada de manera que no se produce una capacidad de giro de estas piezas una respecto a otra, es decir, no aparece un «deslizamiento» entre las dos piezas. Para permitir una capacidad de giro de la unidad amortiguadora 9 con respecto al medio de conexión 11, no es posible conectar entre sí estas dos piezas en arrastre de fuerza. Para garantizar pese a una falta de arrastre de fuerza semejante que la unidad amortiguadora 9 no se «desliza hacia abajo» en la dirección axial, es decir, en una dirección en paralelo al eje de giro 7, del medio de medio de conexión 11, el medio de conexión 11 comprende un orificio radial. Este orificio es apropiado para recibir un elemento de fijación, que no está representado en las figuras 1 y 2. Este elemento de fijación puede estar realizado en particular en forma de un pasador de aseguramiento. En cada caso, el elemento de fijación se extiende a través del orificio radial del medio de conexión 11 y sobresale radialmente de la superficie envolvente exterior del elemento de conexión 11, de modo que puede engranar en arrastre de forma con un lado frontal de la unidad amortiguadora 9 alejado del carro superior 4. De esta manera se garantiza que la unidad amortiguadora 9 no se puede deslizar hacia abajo lateralmente del medio de conexión 11.

En las figuras 3 a 6 están representadas dos diferentes variantes de las unidades amortiguadoras 9. En la primera

variante, que se deduce de las figuras 3 y 4, la unidad amortiguadora 9 presenta una sección transversal anular 13 que está configurado con forma de Z. Además, la unidad amortiguadora 9 comprende en un lado representado a la izquierda en la figura 3 un saliente 14, que sobresale en paralelo a un eje longitudinal 15 de la unidad amortiguadora 9 sobre un lado frontal izquierdo 16 de la unidad amortiguadora 9. La sección transversal anular 13 de la unidad amortiguadora 9 presenta dos escotaduras circunferenciales 17, que están formadas en la sección transversal anular 13, de manera que el material restante o «que queda» de la sección transversal anular 13 configura la forma de Z característica. Esta está caracterizada por que presenta dos secciones de brida 18 en paralelo entre sí, así como un nervio central oblicuo 19. El nervio central 19 se extiende partiendo del saliente 14 hacia un lado frontal opuesto de la unidad amortiguadora 9, en el que se aumenta constantemente una distancia radial entre el nervio central 19 y el eje longitudinal 15 de la unidad amortiguadora 9. La unidad amortiguadora 9 está representada en las figuras 3 y 4 en un estado sin fuerzas, en el que la unidad amortiguadora 9 no está deformada. Una introducción de fuerzas del dispositivo de guiado 5 en la unidad amortiguadora 9 o en el medio de conexión 11 provoca directamente una deformación de la unidad amortiguadora 9, en el que la última se «aprieta» y «estira» simultáneamente. Se entiende que una dirección efectiva de una fuerza que actúa sobre la unidad amortiguadora 9 es contante, de modo que la unidad amortiguadora 9 se solicita exactamente de forma opuesta en puntos opuestos observado con respecto al medio de conexión 11 y se deforma correspondientemente.

En un punto o en los puntos en los que la unidad amortiguadora 9 está expuesta a una fuerza de compresión, esta se comprime, deformándose el dispositivo transversal anular 13 de la unidad amortiguadora 9. Esta deformación conduce a que las escotaduras circunferenciales 17 se compriman igualmente en el punto comprimido correspondiente. Esto conduce de nuevo a que las escotaduras 17 «desaparezcan» en cierto sentido. Esto es posible evidentemente solo hasta que las secciones de brida 18 opuestas de la sección transversal anular 13 se sitúan directamente una sobre otra, en este estado la sección transversal anular 13 se reduce en el punto correspondiente en consecuencia a una sección transversal maciza. Esto tiene la consecuencia de que la sección transversal anular 13 ya no se puede deformar a continuación más de la misma manera. Esto determina que la unidad amortiguadora 9 se rigidice, es decir, debido a un incremento de fuerza adicional experimenta una deformación proporcionalmente pequeña. Esto conduce a que se reduzca considerablemente un efecto amortiguador de la unidad amortiguadora 9. Una transmisión de vibraciones del carro superior 4 hacia el dispositivo de guiado 5 depende por tanto de en qué estado se encuentre la unidad amortiguadora 9. En este contexto se debe mencionar que el estado deformado descrito anteriormente de la unidad amortiguadora 9, en el que las escotaduras 17 de la sección transversal anular 13 están comprimidas en un punto, solo aparece al actuar una fuerza considerable. Esto puede ser el caso en particular a continuación cuando por medio del dispositivo de guiado 5 del dispositivo 1 se debe aplicar una modificación de dirección. En este caso de carga, en los puntos de conexión 6 se produce recíprocamente una transferencia de una fuerza de compresión considerable o una fuerza de tracción considerable, en el que el medio de acoplamiento 10 se aprieta en el punto de conexión 6 en la dirección de una dirección de marcha del dispositivo 1 y a la inversa se estira en el punto de conexión opuesto 6 en una dirección opuesta a la dirección de marcha del dispositivo 1. En cuanto las secciones transversales anulares 13 correspondientes de las dos unidades amortiguadoras 9 se deforman al máximo, en cierto sentido tiene lugar directamente una transmisión de fuerzas entre el dispositivo de guiado 5 y el carro superior 4. Las unidades amortiguadoras 9 están dispuestas con simetría especular entre sí en los puntos de conexión opuestos 6, de modo que sus nervios centrales 19 están orientados respectivamente de forma idéntica hacia el carro superior 4. Esto es ventajoso en este sentido cuando por medio de los nervios centrales 19 se puede transmitir una fuerza de tracción partiendo de la sección de brida exterior 18 a la sección de brida interior 18. Esto aparece en general a continuación cuando la unidad amortiguadora 9 se solicita en una dirección axial, alejada del carro superior 4. Las unidades amortiguadoras 9 se disponen ventajosamente en el carro superior 4, de manera que el saliente 14 esté dirigido hacia el carro superior 4. Esto tiene la ventaja de que una superficie frontal lateral del medio de contacto 10, que está dirigida hacia el carro superior 4, no entra en contacto directamente con el carro superior 4 incluso con una fuerte deformación de la unidad amortiguadora 9. De esta manera se garantiza que como máximo en casos excepcionales, preferentemente en ningún instante, se efectúe un contacto «metal con metal» entre el medio de acoplamiento 10 y el carro superior 4.

Alternativamente a la unidad amortiguadora 9 descrita anteriormente, otra unidad amortiguadora 9' presenta una sección transversal anular 13' en forma de W. Esta se diferencia de la sección transversal anular 13 en forma de Z descrita anteriormente por la conformación de un nervio central 19'. Este no discurre concretamente entre extremos opuestos de las secciones de brida 18 opuestas de la sección transversal anular 13', sino que discurre entre dos extremos correspondientes entre sí de las secciones de brida 18 opuestas. En una zona central, que se extiende entre las secciones de brida 18, el nervio central 19' presenta una forma en V. De la representación se deduce que la sección transversal anular 13' presenta dos escotaduras circunferenciales 17' de forma comparable a la sección transversal anular 13. El mecanismo de estas escotaduras 17' se corresponde con aquel de la sección transversal anular 13; posibilitan concretamente una compresión local de la sección transversal anular 13' y por consiguiente una transferencia de la unidad amortiguadora 9 de un «estado blando» hacia un «estado rígido». Las ventajas de este modo de funcionamiento se han explicado ya anteriormente.

En la figura 7 está representado un diagrama de fuerza-deformación 20 a modo de ejemplo, que representa un desarrollo de una rigidez de una unidad amortiguadora 9, 9' bajo la acción de una fuerza. Sobre el eje x del diagrama 20 está representada la deformación de la unidad amortiguadora 9 y sobre el eje y la fuerza que actúa sobre la unidad amortiguadora 9. Por el diagrama 20 resulta que en una zona inicial, en la que una fuerza que actúa sobre la unidad

amortiguadora 9 se sitúa por debajo de una fuerza límite 21, la unidad amortiguadora 9 presenta una rigidez inicial. La rigidez inicial es comparablemente baja, según se puede reconocer mediante las grandes deformaciones que aparecen ya bajo el efecto de pequeñas fuerzas. La fuerza límite 21 representa aquella fuerza con la que las escotaduras 17 de la sección transversal anular 13, 13' están completamente comprimidas. En este estado, la unidad amortiguadora 9, 9' presenta una deformación límite 22. El alcance de la fuerza límite 21 o la deformación límite 22 tiene la consecuencia de que la unidad amortiguadora 9, 9' se rigidiza de forma repentina, dado que no es posible durante más tiempo una deformación adicional de las secciones de brida 18 opuestas. La unidad amortiguadora 9 presenta en consecuencia, al alcanzar la fuerza límite 21 o la deformación límite 22, una rigidez final que sobrepasa considerablemente la rigidez inicial. Se entiende que una vibración del carro superior 4 se puede amortiguar a continuación de forma especialmente efectiva, cuando la unidad amortiguadora 9, 9' todavía presenta su rigidez inicial, es decir, todavía no esté fuertemente deformada de modo que las escotaduras 17 estén completamente comprimidas. A este respecto se entiende que la realización de la unidad amortiguadora 9, 9' solo es opcional en las variantes descritas anteriormente; el éxito según la invención es concebible asimismo bajo uso de una unidad amortiguadora alternativa, que presente un desarrollo de deformación que no se corresponde con el diagrama 20 en función de una fuerza que actúa. Sin embargo, se entiende que la curva de carga-deformación representada en el diagrama 20 es especialmente ventajosa para una amortiguación efectiva de las vibraciones del carro superior 4.

Lista de referencias

- 1 Dispositivo
- 2 Carro inferior
- 20 3 Unidad de contacto con el suelo
- 4 Carro superior
- 5 Dispositivo de guiado
- 6 Punto de conexión
- 7 Eje de giro
- 25 8 Excitador de vibraciones
- 9, 9' Unidad amortiguadora
- 10 Medio de acoplamiento
- 11 Medio de conexión
- 12 Escotadura
- 30 13, 13' Sección transversal anular
- 14 Saliente
- 15 Eje longitudinal
- 16 Lado frontal
- 17, 17' Escotadura
- 35 18 Sección de brida
- 19, 19' Nervio central
- 20 Diagrama
- 21 Fuerza límite
- 22 Deformación límite
- 40 23 Punto de conexión

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para la compactación de un sustrato, en particular una placa vibratoria, que comprende
- un carro inferior (2), que presenta una unidad de contacto con el suelo (3),
 - un carro superior (4), que está conectado con el carro inferior (2) de manera que transmite una fuerza y comprende un excitador de vibraciones (8), por medio del que se puede hacer vibrar al menos la unidad de contacto con el suelo (3) del carro inferior (2), y
 - un dispositivo de guiado (5), por medio del que el dispositivo (1), al menos en un estado de funcionamiento en el que el excitador de vibraciones (8) está activo, se puede guiar sobre el sustrato,
- en el que el dispositivo de guiado (5) está conectado con el carro superior (4) bajo intercalado al menos de una unidad amortiguadora (9, 9'),
- en el que el dispositivo de guiado (5) se puede girar alrededor del eje de giro (7) con respecto al carro superior (4),
- en el que la unidad amortiguadora (9, 9') está conectada con el carro superior (4) por medio de al menos un medio de conexión (11) de manera que transmite una fuerza,
- en el que por medio de la unidad amortiguadora (9, 9') se puede amortiguar una vibración del carro superior (4), de modo que al menos temporalmente se puede reducir una transmisión de la vibración del carro superior (4) hacia el dispositivo de guiado (5),
- en el que el dispositivo (1) presenta una zona de solapamiento, en la que el medio de conexión (11) y la unidad amortiguadora (9, 9') se solapan observado radialmente respecto al eje de giro (7), de modo que las superficies correspondientes del medio de conexión (11) y la unidad amortiguadora (9, 9') están en contacto entre sí, y
- en el que la unidad amortiguadora (9, 9') presenta una escotadura central (12), que se extiende al menos sobre una parte esencial de una longitud de la unidad amortiguadora (9, 9') y en paralelo al eje de giro (7), en el que la unidad amortiguadora (9, 9') presenta una sección transversal anular (13, 13') que circunda de forma circunferencial la escotadura (12),
- en el que al menos en el estado de funcionamiento del dispositivo (1) se puede transmitir al menos temporalmente una fuerza entre el dispositivo de guiado (5) y el carro superior (4) exclusivamente por medio de la unidad amortiguadora (9, 9'),
- caracterizado por que
- la sección transversal anular (13, 13') presenta al menos una escotadura (17), de modo que la sección transversal anular (13, 13') está reducida respecto a una sección transversal plena, de manera que una rigidez de la unidad amortiguadora (9, 9') está reducida respecto a una tal cuya sección transversal anular esté formada por una sección transversal plena.
2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el medio de conexión (11) se extiende en una dirección en paralelo al eje de giro (7) al menos sobre toda una longitud de la unidad amortiguadora (9, 9').
3. Dispositivo (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el medio de conexión (11) se extiende dentro de la unidad amortiguadora (9, 9'), de modo que la unidad amortiguadora (9, 9') circunda el medio de conexión (11) al menos parcialmente, preferentemente completamente.
4. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la unidad amortiguadora (9, 9') está configurada de forma simétrica en rotación alrededor de su eje longitudinal (15).
5. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la escotadura central (12) se extiende sobre toda la longitud de la unidad amortiguadora (9, 9') y en paralelo al eje de giro (7), en el que la sección transversal anular (13, 13') de la unidad amortiguadora (9, 9') circunda de forma circunferencial la escotadura (12).
6. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la sección transversal anular (13, 13') está configurada con forma de Z o con forma de W, al menos en un estado de reposo del dispositivo de guiado 5, en el que este está libre de fuerzas exteriores.
7. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la unidad amortiguadora (9, 9') presenta un saliente axial (14) en un lado frontal (16) dirigido hacia el carro superior (4), en el que la unidad amortiguadora (9, 9') está en contacto con el carro superior (4) preferentemente gracias a un lado frontal del saliente (14).
8. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la unidad amortiguadora (9, 9') está formada por un material elástico, preferentemente por un elastómero, más preferentemente por un caucho natural.

9. Dispositivo (1) según la reivindicación 8, caracterizado por que una dureza del material de la unidad amortiguadora (9, 9') se sitúa en el rango de 30 Shore a 50 Shore, preferentemente en el rango de 35 Shore a 45 Shore.
- 5 10. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que un medio de acoplamiento (10), por medio del que está acoplada la unidad amortiguadora (9, 9') con el dispositivo de guiado (5), configura con la unidad amortiguadora (9, 9') una zona de superposición, en la que el medio de acoplamiento (10) y la unidad amortiguadora (9, 9') se solapan observado radialmente respecto al eje de giro (7), de modo que superficies correspondientes de la unidad amortiguadora (9, 9') y del medio de acoplamiento (10) están en contacto entre sí.
- 10 11. Dispositivo (1) según la reivindicación 10, caracterizado por que el medio de acoplamiento (10) está configurado en forma de un casquillo que rodea la unidad amortiguadora (9, 9'), que circunda la unidad amortiguadora (9, 9') al menos esencialmente, preferentemente completamente.
- 15 12. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que partiendo de un estado de reposo del dispositivo de guiado (5), en el que este está libre de fuerzas exteriores, al ejercerse una fuerza sobre el dispositivo de guiado (5) se puede deformar la unidad amortiguadora (9, 9'), en el que una rigidez de la unidad amortiguadora (9, 9') aumenta con la deformación creciente de la unidad amortiguadora (9, 9').
- 20 13. Dispositivo (1) según la reivindicación 12, caracterizado por que una rigidez de la unidad amortiguadora (9, 9') se modifica partiendo de una rigidez inicial, que presenta la unidad amortiguadora en un estado no deformado, hacia una rigidez final tras alcanzar una deformación límite (22), en el que la rigidez final se eleva respecto a la rigidez inicial.
14. Dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el dispositivo de guiado (5) está formado por una lanza de dos brazos, que está conectada con el carro superior (4) por medio de dos puntos de conexión (6), en el que el dispositivo (1) comprende en conjunto dos unidades amortiguadoras (9, 9'), de las que respectivamente una actúa en uno de los dos puntos de conexión (6).

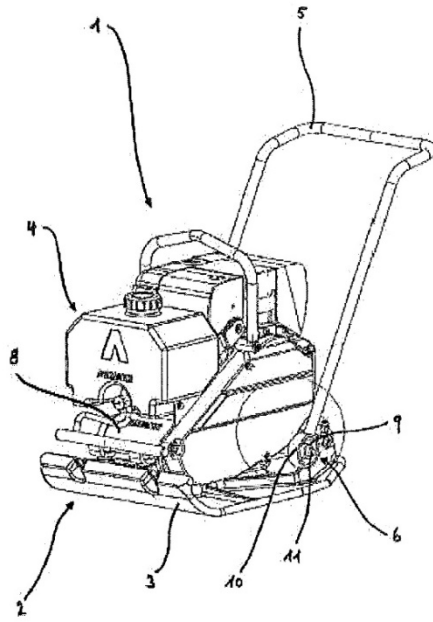


Fig. 1

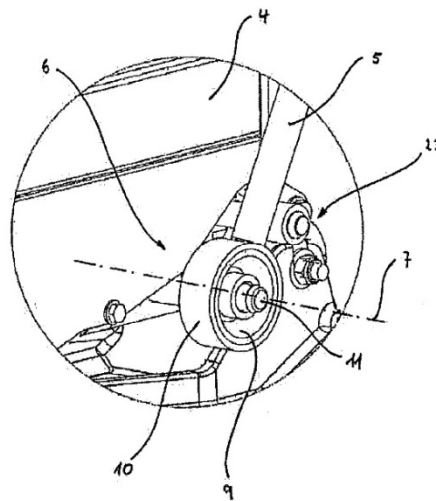


Fig. 2

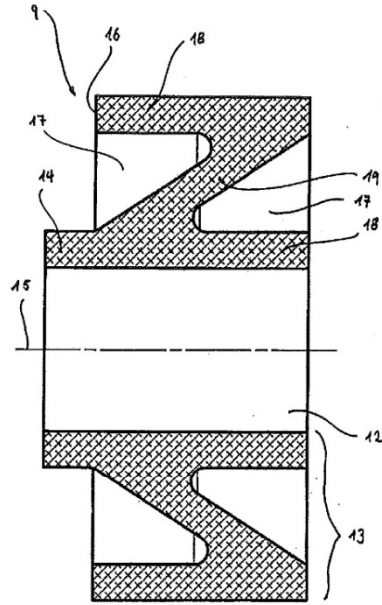


Fig. 3

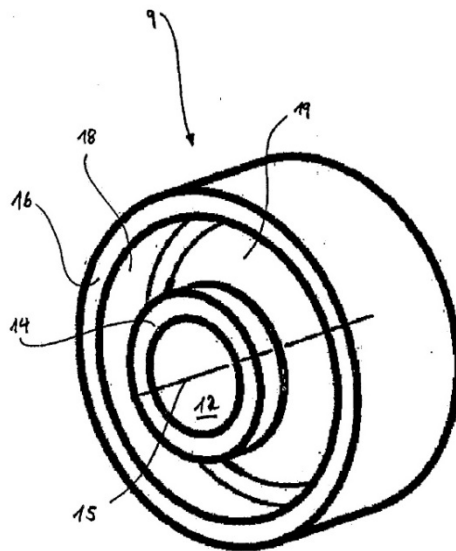


Fig. 4

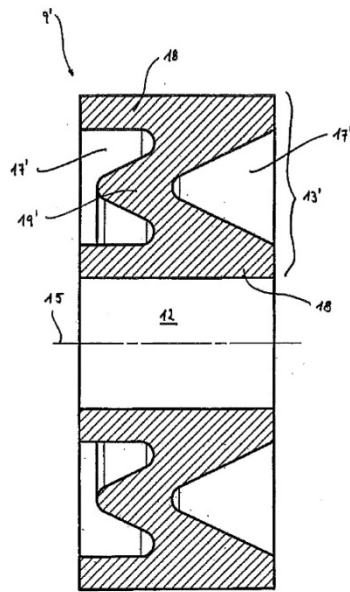


Fig. 5

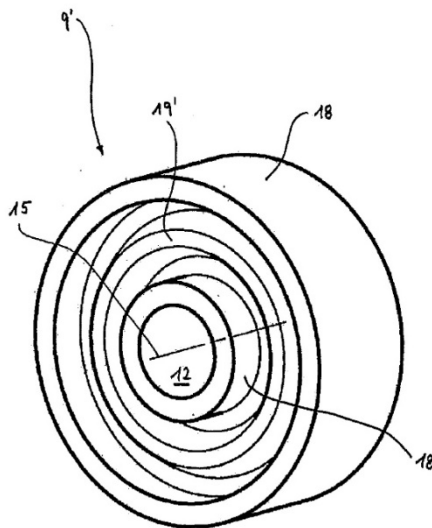


Fig. 6

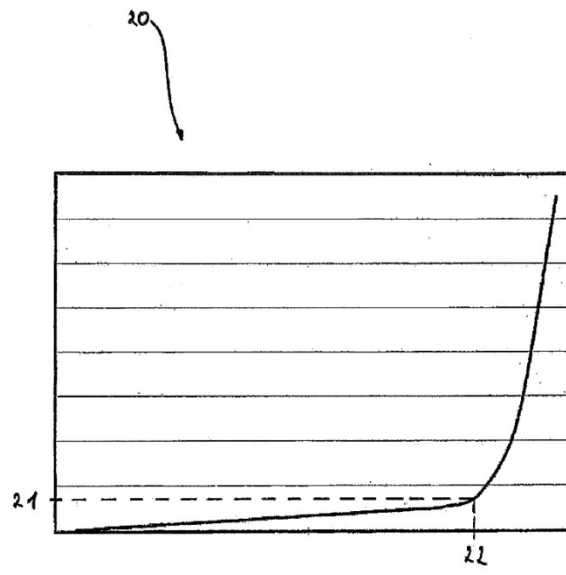


Fig. 7