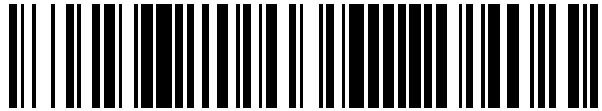


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 677**

51 Int. Cl.:

**B60L 5/22**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2012 E 12715973 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015 EP 2699445**

54 Título: **Pantógrafo para vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

**22.04.2011 FR 1153504**

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

**25.09.2015**

73 Titular/es:

**SNCF MOBILITÉS (100.0%)**

**2 place aux Étoiles**

**93200 Saint-Denis, FR**

72 Inventor/es:

**MASSAT, JEAN-PIERRE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 546 677 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

Pantógrafo para vehículo ferroviario

El campo de la invención es el de los pantógrafos para vehículos ferroviarios. La invención está encaminada a proponer un pantógrafo cuyo comportamiento dinámico está mejorado.

5 Con referencia a la figura 1, un vehículo ferroviario 1 circula, según es convencional, sobre unos carriles de ferrocarril 2 y está alimentado por una catenaria que comprende, según es convencional, unos soportes verticales que sustentan un hilo de contacto 3 que discurre por encima de los carriles de ferrocarril 2. Los soportes de la catenaria están espaciados algunas decenas de metros y sostienen un cable sustentador del que pende el hilo de contacto 3 por mediación de péndolas. Un pantógrafo 4 es un dispositivo instalado sobre el techo de la unidad motora eléctrica del vehículo ferroviario 1 para captar la corriente eléctrica que circula por el hilo de contacto 3, con el fin de alimentar la unidad motora con energía eléctrica en el transcurso de su desplazamiento sobre los carriles 2.

10 Por efecto de la gravedad y del distanciamiento entre sus puntos de suspensión, el hilo de contacto 3 presenta, entre las péndolas, una forma de curva catenaria. En consecuencia, la altura entre el techo de la unidad motora del vehículo ferroviario 1 y el hilo de contacto 3 varía a lo largo del desplazamiento del vehículo 1. Una primera función del pantógrafo 4 consiste en compensar las variaciones de altura para que el pantógrafo 4 siempre esté en contacto con el hilo de contacto 3. Una segunda función del pantógrafo 4 consiste en aplicar sobre el hilo de contacto 3 un esfuerzo de contacto F calibrado, en función de la velocidad del vehículo ferroviario 1, para permitir una óptima captación de la corriente. A tal efecto, el pantógrafo 4 incluye diferentes etapas de suspensión de manera que se tenga controlado el esfuerzo de contacto F del pantógrafo 4 sobre el hilo de contacto 3 con el fin de evitar cualquier defecto de captación (esfuerzo de contacto insuficiente) o cualquier desgaste prematuro del hilo de contacto 3 de la catenaria (esfuerzo de contacto excesivo).

15 Tal como se representa a título de ejemplo en la figura 2, según es convencional, un pantógrafo 4 incluye una parte inferior, conocida por un experto en la materia con la denominación de bastidor mayor 41, cuya base está unida al techo de la unidad motora, y una parte superior, conocida por un experto en la materia con la denominación de mesilla 42, que está unida a la cabeza del bastidor 41 y que está destinada a entrar en contacto con el hilo de contacto 3 de la catenaria.

20 El pantógrafo 4 incluye, según es convencional, una suspensión neumática de bastidor 43 que incluye un cojín neumático que permite el despliegue y la retracción del bastidor 41 sobre el techo de la unidad motora. La suspensión neumática de bastidor 43 permite compensar variaciones de altura del hilo de contacto 3 de gran amplitud y de baja frecuencia, del orden de 1 a 2 Hz. De este modo, cuando se activa la suspensión neumática de bastidor 43, el bastidor 41 recibe un accionamiento giratorio y se despliega para presionar la mesilla 42 sobre el hilo de contacto 3 de la catenaria. Según es convencional, la presión neumática de la suspensión neumática de bastidor 43 está supeditada a la velocidad del vehículo ferroviario 1.

25 La mesilla 42 está montada sobre la cabeza del bastidor 41 del pantógrafo 4 por mediación de dos suspensiones de mesilla conocidas por un experto en la materia con la denominación de cajas de muelles 44. A título de ejemplo, es conocido, por la solicitud de patente FR2883809 A1 de la empresa SNCF, un dispositivo de suspensión de mesilla que incluye muelles. Las cajas de muelles 44 determinan una segunda etapa de suspensión que permite compensar variaciones de altura del hilo de contacto 3 de pequeña amplitud y de alta frecuencia, superior a 10 Hz.

30 Una caja de muelles 44 discurre en su conjunto verticalmente e incluye, según es convencional, un cilindro de caja que es solidario del bastidor 41 del pantógrafo 4, así como un pistón, solidario de la mesilla 42, montado en sentido de traslación dentro de dicho cilindro. El pistón incluye un vástago relacionado con la mesilla 42 por una parte y, por otra, con una paleta circular montada dentro del cilindro, estando adaptada la paleta del pistón para realizar un movimiento de traslación vertical entre los extremos del cilindro. Los extremos del cilindro determinan topes y, en la figura 3, llevan la referencia -D3, +D3, que representa el esfuerzo del contacto F de la mesilla 42 sobre el hilo de contacto 3 en función del desplazamiento D del pistón.

35 Para amortiguar los movimientos de la mesilla 42, la paleta del pistón está unida a dos muelles mecánicos de gran rigidez, del orden de 3000 N/m, que están precargados dentro del cilindro. Tal como se representa en la figura 3, la caja de muelles 44 según la técnica anterior presenta una rigidez de conjunto no lineal, correspondiéndose la rigidez con la pendiente de la curva de esfuerzo de contacto F de la figura 3. Tal como se representa en la figura 3, la rigidez de la caja de muelles 44 varía según el desplazamiento del pistón dentro del cilindro entre las posiciones de tope -D3, +D3, siendo la rigidez de la caja de muelles 44 lineal "por tramos", en sentido matemático.

40 Para garantizar una captación eficaz de la corriente por parte de la mesilla 42, es necesario dimensionar la rigidez de la caja de muelles 44 en función del esfuerzo medio de contacto, la masa de la mesilla 42 y del recorrido máximo admisible (longitud del cilindro) de la caja de muelles 44. Actualmente, se eleva la rigidez de conjunto de las cajas de muelles 44 según la técnica anterior de manera que el esfuerzo de contacto F del pantógrafo 4 sea conforme a las normas establecidas y no haga tope con los extremos del cilindro. Esta elevada rigidez presenta el inconveniente de llevar consigo un considerable acoplamiento entre el bastidor 41 y la mesilla 42 del pantógrafo 4. En otras palabras,

con pequeñas variaciones de la altura del hilo de contacto 3, la mesilla 42 y el bastidor 41 son susceptibles de desplazarse simultáneamente, lo cual presente inconvenientes de orden dinámico.

5 Con objeto de eliminar este inconveniente, se ha propuesto, con la patente FR 2740741 B1, añadir un muelle corrector materializado en forma de imanes permanentes con el fin de limitar la rigidez de la caja de muelles y mejorar así el desacoplamiento entre el bastidor y la mesilla del pantógrafo. A efectos prácticos, esta solución es difícil de implementar, al presentar los imanes permanentes un elevado coste de fabricación. Por otro lado, su fiabilidad puede resentirse por las condiciones meteorológicas.

En el citado ámbito, se conoce poner en práctica suspensiones de mesilla tales como las descritas en las solicitudes US 5954171 A, AT 219652 B, DE 1073532 B, como también la solicitud GB 1437670 A.

10 La invención tiene como finalidad eliminar al menos algunos de los inconvenientes antes citados.

La presente invención está definida por un pantógrafo según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se concretan formas de realización ventajosas.

15 Un actuador neumático cuenta con una rigidez nula, lo cual permite compensar de manera eficaz las oscilaciones de pequeña amplitud de la mesilla sin transmitir las al bastidor del pantógrafo, quedando entonces desacoplados el bastidor y la mesilla, lo cual mejora el comportamiento dinámico del pantógrafo. Adicionalmente, un actuador neumático presenta una buena resistencia a las vibraciones, así como a las condiciones externas (lluvia, heladas, etc.), lo cual permite su utilización en un ámbito industrial.

20 El actuador neumático incluye un cilindro solidario del bastidor y un pistón solidario de la mesilla montado en sentido de traslación dentro de dicho cilindro, en orden a dividir el volumen del cilindro entre una cámara neumática superior y una cámara neumática inferior, incluyendo cada cámara neumática un gas a presión que amortigua el desplazamiento del pistón.

El actuador neumático, merced a sus cámaras neumáticas, permite amortiguar las oscilaciones de la mesilla tanto en la elevación como en el descenso de la mesilla.

25 También preferentemente, al menos una de las cámaras neumáticas incluye un muelle mecánico con el fin de compensar oscilaciones de amplitud media sin transmitir las al bastidor del pantógrafo, quedando entonces desacoplados el bastidor y la mesilla, lo cual mejora el comportamiento dinámico del pantógrafo. Preferentemente, cada cámara neumática incluye un muelle mecánico.

30 Con carácter preferente, dicho muelle mecánico está montado libre dentro de dicha cámara neumática, es decir, sin precarga. De este modo, el pistón queda libre de desplazarse dentro del cilindro sin requerir la rigidez del muelle mecánico. Así, el actuador neumático cuenta con varios niveles de rigidez. Preferentemente, dentro de cada cámara neumática va montado libre un muelle mecánico.

35 Preferentemente, dicho muelle mecánico cuenta con una rigidez comprendida entre 500 y 1500 N/m, preferentemente igual a 600 N/m. Debido al amortiguamiento neumático, el muelle cuenta ventajosamente con una rigidez menor que una clásica caja de muelles, la cual es del orden de 3000 N/m. Un muelle con tal rigidez permite mejorar el comportamiento dinámico del pantógrafo aumentando el desacoplamiento entre la mesilla y el bastidor. Preferentemente, las rigideces de cada muelle mecánico son idénticas. Se obtiene provecho ventajosamente de una escasa rigidez sin incrementar la carrera de la mesilla.

40 Preferentemente, al menos una de dichas cámaras neumáticas incluye al menos una abertura de alimentación neumática practicada en dicho cilindro. Preferentemente, cada una de las cámaras neumáticas incluye al menos una abertura de alimentación neumática practicada en el cilindro.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la presión neumática dentro del actuador neumático está configurada para ejercer un esfuerzo de contacto predeterminado sobre el hilo de contacto. De manera ventajosa, se ajusta el esfuerzo de contacto gobernando la presión neumática. Preferentemente, la presión neumática es función de la velocidad del vehículo ferroviario, lo cual permite mejorar la captación de la corriente.

45 Preferentemente, hallándose el pistón en una posición de referencia dentro de dicho cilindro a los efectos de dicho esfuerzo de contacto predeterminado, el actuador neumático está configurado para amortiguar neumáticamente un desplazamiento del pistón en torno a su posición de referencia en un margen central predeterminado de desplazamiento. De este modo, el actuador neumático permite amortiguar neumáticamente oscilaciones de la mesilla de pequeña amplitud en torno a la posición de referencia. Tal margen de desplazamiento cuenta con una rigidez nula, lo cual mejora el comportamiento dinámico del pantógrafo.

50 Preferentemente, el actuador neumático está configurado para amortiguar neumática y mecánicamente un desplazamiento del pistón fuera del margen central determinado de desplazamiento. De este modo, el pistón queda libre de desplazarse dentro del cilindro sin requerir rigidez mecánica en el margen central, utilizándose únicamente la rigidez mecánica en auxilio de la amortiguación neumática. Así, el actuador neumático cuenta con varios niveles de

rigidez.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, incluyendo el pantógrafo una suspensión neumática de bastidor establecida para desplazar el bastidor con relación al vehículo ferroviario, el pantógrafo incluye un primer circuito neumático que relaciona la suspensión neumática de bastidor con el actuador neumático. Ventajosamente, se puede utilizar la alimentación neumática de la suspensión neumática de bastidor para alimentar el actuador neumático, lo cual permite determinar un pantógrafo que requiere un espacio reducido. Esto es muy ventajoso cuando la presión neumática de la suspensión neumática de bastidor está supeditada a la velocidad de circulación del vehículo ferroviario, beneficiándose entonces el actuador neumático de esta supeditación.

Preferentemente, incluyendo la mesilla un dispositivo neumático de detección de impacto, el pantógrafo incluye un segundo circuito neumático que relaciona el dispositivo neumático de detección de impacto con el actuador neumático. Así, se toma ventaja del circuito de alimentación neumática existente empleándolo para otra función distinta de su función primordial para alimentar el actuador neumático. Así, se pueden optimizar pantógrafos existentes realizando un limitado número de modificaciones estructurales.

Se comprenderá mejor la invención con la lectura de la descripción subsiguiente la cual, dada únicamente a título de ejemplo, hace referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una representación esquemática de un vehículo ferroviario que circula sobre unos carriles de ferrocarril, con un pantógrafo montado sobre el techo del vehículo;

la figura 2 es una representación en perspectiva de un pantógrafo según la técnica anterior;

la figura 3 representa la evolución del esfuerzo de contacto de una mesilla de pantógrafo según la técnica anterior sobre un hilo de contacto de una catenaria en función del recorrido vertical de la mesilla;

la figura 4 es una representación esquemática de un pantógrafo según la invención;

la figura 5a es una vista en sección esquemática de una suspensión de mesilla de un pantógrafo según la invención;

la figura 5b representa la evolución de la rigidez aparente de dicha suspensión neumática en función del recorrido vertical de la mesilla; y

la figura 6 es una vista en sección esquemática de otro modo de realización de la suspensión de mesilla.

Con referencia a la figura 4, un pantógrafo 5 según la invención incluye un bastidor 51 montado sobre el techo de una unidad motora de vehículo ferroviario 1 y una mesilla 52, unida a dicho bastidor 51, en contacto con un hilo de contacto 3 de una catenaria que discurre por encima de los carriles de ferrocarril sobre los cuales se desplaza el vehículo ferroviario 1. En este ejemplo, el bastidor 51 del pantógrafo 5 es articulado e incluye una parte inferior 511 comúnmente designada por "bastidor mayor" y una parte superior 512 comúnmente designada por "bastidor menor". Semejante bastidor 51 de pantógrafo 5 es tradicional y conocido para un experto en la materia.

El pantógrafo 5 incluye una suspensión neumática de bastidor 53, en el presente caso un cojín neumático 53, establecido para desplegar y retraer el bastidor 51 del pantógrafo 5 con relación al techo del vehículo ferroviario 1. La suspensión neumática de bastidor 53 permite compensar las variaciones de altura de gran amplitud y de pequeña frecuencia (del orden de 1 a 2 Hz) entre el techo del vehículo ferroviario 1 y el hilo de contacto 3 de la catenaria. La presión neumática en el cojín neumático 53 preferentemente está supeditada a la velocidad del vehículo ferroviario 1, de manera que el esfuerzo de contacto F del pantógrafo 5 sobre el hilo de contacto 3 sea cada vez mayor según va aumentando la velocidad, con arreglo a la normativa vigente. A título de ejemplo, las normas actuales dictan un esfuerzo de contacto medio  $F_{moy}$  del pantógrafo 5 sobre el hilo de contacto 3 del orden de 150 N para una velocidad de 300 km/h.

Tal como se representa en la figura 4, el pantógrafo 5 incluye una suspensión de mesilla, que relaciona la mesilla 52 con la cima del bastidor 51, para compensar las desviaciones de pequeña amplitud y de alta frecuencia, es decir, superior a 10 Hz. La suspensión de mesilla según la invención se materializa en forma de dos actuadores neumáticos 6, ocupando cada actuador neumático 6 un espacio idéntico al de una caja de muelles según la técnica anterior, en orden a poder ser montado sobre pantógrafos existentes en sustitución de las cajas de muelles existentes.

En este ejemplo, el pantógrafo 5 incluye un primer circuito de alimentación neumática 54 que relaciona los actuadores neumáticos 6 con el cojín neumático 53. De este modo, se obtiene beneficio de la supeditación existente para el cojín neumático 53 para gobernar la presión neumática P en los actuadores neumáticos 6. A tal efecto, el primer circuito de alimentación neumática 54 puede comprender un elemento de expansión (no representado) en orden a adaptar la presión neumática del cojín neumático 53 a la presión P de los actuadores neumáticos 6.

Preferentemente, la mesilla 52 incluye un dispositivo neumático de detección de impacto 55 (figura 4) adaptado para retraer el pantógrafo 5 cuando la mesilla 52 recibe un impacto. Tal dispositivo de seguridad, conocido para un

experto en la materia, se materializa en forma de una conducción neumática que, discurriendo según la longitud de la mesilla 52, está unida a la suspensión neumática de bastidor 53. En caso de impacto sobre la mesilla 52, la conducción neumática se perfora, lo cual disminuye la presión neumática en la suspensión neumática de bastidor 53 y lleva consigo la retracción del bastidor de pantógrafo 51 sobre el techo de la unidad motora. De acuerdo con la invención, con referencia a la figura 4, el pantógrafo 5 incluye un segundo circuito neumático 56 que relaciona el dispositivo neumático de detección de impacto 55 con los actuadores neumáticos 6. De este modo, se toma ventaja del circuito neumático de alimentación existente para alimentar los actuadores neumáticos 6, lo cual simplifica su integración en el pantógrafo 5 en sustitución de las cajas de muelles de la técnica anterior.

Con referencia a la figura 5a, que representa una vista en sección de un actuador neumático 6 según la invención, cada actuador neumático 6 incluye un cilindro de actuador 7 solidario del bastidor de pantógrafo 51 y un pistón 8, montado en sentido de traslación dentro de dicho cilindro 7, que es solidario de la mesilla de pantógrafo 52.

El cilindro de actuador 7 discurre según la dirección vertical y cuenta con una sección transversal circular. El pistón de actuador 8, por su parte, incluye un vástago 81 unido a una paleta circular 82 montada dentro de dicho cilindro 7, estando adaptado el vástago 81 para realizar un movimiento de traslación vertical fuera del cilindro 7 desde la cara horizontal superior 73 del cilindro 7 (figura 5a). El guiado del vástago 81 en sentido de traslación vertical recae, en este ejemplo, en una jaula de bolas 9 solidaria de la cara superior 73 del cilindro 7 tal y como se representa en la figura 5a. Es obvio que el guiado del vástago 81 podría realizarse por diversos medios.

La carrera del pistón 8 dentro del cilindro 7, referenciada con d en la figura 5b, está acotada por las caras extremas 73, 74 del cilindro 7, definiéndose una posición intermedia de referencia d0 a media altura del cilindro 7 tal y como se representa en la figura 5a. La paleta 82 del pistón 8 permite definir dentro del cilindro 7 una cámara neumática superior 61, entre la paleta 82 y la cara superior 73 del cilindro 7, y una cámara neumática inferior 62, entre la paleta 82 y la cara inferior 74 del cilindro 7. La presión P de gas, en el presente caso, aire, en las diferentes cámaras 61, 62 está gobernada en orden a habilitar un amortiguamiento en la elevación y en el descenso del pistón 8 dentro del cilindro 7.

En este ejemplo, la presión de gas P es idéntica en la cámara superior 61 y la cámara inferior 62 del actuador neumático 6, las cuales cuentan con un idéntico volumen cuando la paleta 82 del pistón se halla en la posición intermedia de referencia d0 tal y como se representa en la figura 5a. Dado que el vástago 81 del pistón se extiende dentro de la cámara superior 61 del cilindro 7, el volumen disponible para el gas en la cámara superior 61 es menor que en la cámara inferior 62. Se deduce de lo anterior que el esfuerzo de empuje vertical ascendente F aplicado sobre la paleta 82 del pistón (es decir, el esfuerzo de contacto F de la mesilla 52) obedece a la siguiente ecuación:

$$F = P.(S-s)$$

ecuación en la que:

- P corresponde a la presión del aire dentro de cada cámara 61, 62;
- S corresponde a la superficie de la sección transversal del cilindro 7; y
- s corresponde a la superficie de la sección transversal del vástago 81.

El actuador neumático 6 permite ventajosamente gobernar el esfuerzo de contacto F en función de la presión del aire P dentro de cada cámara 61, 62. Preferentemente, la presión neumática P dentro del actuador neumático 6 está configurada para ejercer un esfuerzo de contacto predeterminado Fmoy sobre el hilo de contacto 3 cuando la paleta 82 se halla en la posición intermedia de referencia d0. Así, ventajosamente, se puede supeditar la presión neumática P a la velocidad del vehículo ferroviario 1 para mejorar la captación y, así, mejorar el desacoplamiento entre el bastidor 51 y la mesilla 52 cuando aumenta la velocidad del vehículo ferroviario 1. A título de ejemplo, la curva de la figura 5b representa un esfuerzo de contacto Fmoy de 150 N que la mesilla 52 aplica en posición intermedia d0 cuando el vehículo ferroviario 1 circula a 300 km/h.

Merced a los actuadores neumáticos 6, cualquier variación de altura de pequeña amplitud es amortiguada neumáticamente. Cada actuador neumático 6 compensa el recorrido vertical del pistón 8, que es solidario de la mesilla 52, permaneciendo fijo el cilindro 7 del actuador, que es solidario del bastidor 51. Quedan entonces desacoplados la mesilla 52 y el bastidor 51.

Con referencia a la figura 5a, cada actuador neumático 6 incluye además, en cada cámara neumática 61, 62, un muelle mecánico 63, 64 montado en un extremo del cilindro 7 del actuador. De este modo, cada actuador neumático 6 incluye un muelle mecánico superior 63 en la cámara superior 61 que está unido a la cara superior 73 del cilindro 7 y un muelle mecánico inferior 64 en la cámara inferior 62 que está unido a la cara inferior 74 del cilindro 7.

Cada muelle mecánico 63, 64 está montado sin carga dentro de su cámara neumática 61, 62 y no entra en contacto con la paleta 82 del pistón cuando la paleta 82 se halla en su posición intermedia de referencia d0. En este ejemplo, los muelles mecánicos inferior 64 y superior 63 son idénticos y cuentan con una longitud en reposo inferior a la mitad

de la altura del cilindro 7, en orden a definir un margen central P0, centrado alrededor de la posición intermedia de referencia d0 de la paleta 82, dentro del cual la paleta 82 puede desplazarse verticalmente sin hacer contacto con los muelles superior 63 o inferior 64, tal y como se representa en la figura 5a. Este margen central P0 está limitado en la posición -d1 por el extremo inferior del muelle superior 63 y, en la posición +d1, por el extremo superior del muelle inferior 64, tal y como se representa en las figuras 5a y 5b.

Con referencia a la figura 5b, que representa el esfuerzo de contacto F del actuador neumático en función de la carrera del pistón 7, la rigidez del actuador neumático, que se corresponde con la pendiente del esfuerzo de contacto F, es nula en el margen central P0, lo cual mejora el comportamiento dinámico del pantógrafo 5.

En este ejemplo, la rigidez de los muelles mecánicos superior 63 e inferior 64 es del orden de 500 a 1500 N/m, preferentemente 600 N/m, lo cual es pequeño en comparación con la rigidez de los muelles mecánicos según la técnica anterior, que es del orden de 3000 N/m. Tales muelles mecánicos 63, 64 de escasa rigidez permiten compensar cualquier variación de altura del hilo de contacto 3 cuya amplitud es superior al margen central P0. Tales muelles 63, 64 permiten favorecer un desacoplamiento del bastidor 51 y de la mesilla 52 para variaciones de amplitud media, lo cual mejora el comportamiento dinámico del pantógrafo 5. En efecto, la presión neumática P del actuador neumático 6 permite evitar recurrir a muelles de elevada rigidez, que van en detrimento del comportamiento dinámico del pantógrafo 5. Con carácter preferente, los muelles superior 63 e inferior 64 cuentan con la misma rigidez, aunque es obvio que las rigideces podrían ser diferentes para favorecer un movimiento ascendente o descendente de la mesilla 52.

Tal como se representa en la figura 5a, las cámaras superior 61 e inferior 62 son alimentadas respectivamente con gas por intermedio de unas aberturas de alimentación 71, 72 respectivamente practicadas en la pared vertical del cilindro 7 a distancias de alimentación -d2, +d2 definidas con relación a la posición intermedia de referencia d0 de la paleta 82 dentro del cilindro 7. De este modo, cuando la paleta 82 se distancia de la posición intermedia en una distancia superior a las distancias de alimentación d2, la paleta 82 hace tope contra las caras extremas 73, 74 del cilindro 7 en las posiciones de tope superior -d3 e inferior +d3, tal y como se representa en las figuras 5a y 5b.

Haciendo referencia más en particular a la figura 5b, el actuador neumático 6 define varios márgenes de esfuerzo de contacto para amortiguar los recorridos de la mesilla 52:

- un margen central P0, definido entre -d1/+d1, esencialmente neumático con una rigidez nula, estando determinado el esfuerzo de contacto Fmoy por la presión neumática en las cámaras 61, 62;
- un margen de muelle positivo +P1, definido entre +d1/+d2, que combina un amortiguamiento neumático con una escasa rigidez correspondiente a la rigidez del muelle inferior 64 situado en la cámara inferior 62;
- un margen de muelle negativo -P1, definido entre -d2/-d1, que combina un amortiguamiento neumático con una escasa rigidez correspondiente a la rigidez del muelle superior 63 situado en la cámara superior 61;
- un margen de tope positivo +P2, definido entre +d2/+d3, que combina un amortiguamiento neumático de las dos aberturas de alimentación 71, 72 con la rigidez del muelle inferior 64 situado en la cámara inferior 62; y
- un margen de tope negativo -P2, definido entre -d3/-d2, que combina un amortiguamiento neumático de las dos aberturas de alimentación 71, 72 con la rigidez del muelle superior 63 situado en la cámara superior 61.

Los márgenes de tope +P2, -P2 permiten brindar una transición entre el esfuerzo de contacto inducido por la rigidez de los muelles mecánicos 63, 64 y el esfuerzo de contacto por tope contra las caras extremas 73, 74 del cilindro de actuador 7.

Se ha presentado un actuador neumático 6, en el interior de cuyas cámaras neumáticas 61, 62 hay idénticas presiones. Es obvio que las presiones en las cámaras neumáticas 61, 62 podrían ser diferentes y estar pilotadas independientemente con el fin de minimizar las fluctuaciones del esfuerzo de contacto del pantógrafo 5.

Se ha presentado un actuador neumático 6, cada una de cuyas cámaras 61, 62 se alimenta por una abertura de alimentación 71, 72. Es obvio que la alimentación neumática del actuador 6 podría ser diferente. A título de ejemplo, con referencia a la figura 6, entre la paleta 82 del pistón y la superficie interior del cilindro 7 podría dejarse un huelgo 11 para habilitar un caudal de fuga entre las dos cámaras 61, 62, alimentándose entonces sólo una de las dos cámaras 61, 62. El caudal de fuga está dimensionado entonces para obtener el amortiguamiento que se pretende. Con carácter preferente, montada en una abertura vertical 84 de la paleta 82, se halla una válvula antirretorno tarada 83 (figura 6) en orden a mejorar la dinámica del amortiguamiento, siendo el amortiguamiento preferentemente viscoso.

Un actuador neumático 6 con muelles mecánicos 63, 64 según la invención permite no sólo obtener la rigidez deseada para la suspensión de la mesilla 52, sino también graduar el amortiguamiento de esta suspensión. El amortiguamiento es un parámetro que influye en gran manera en el comportamiento dinámico del pantógrafo 5 en su interacción con un hilo de contacto 3 de una catenaria. Ventajosamente, el amortiguamiento se puede parametrizar

5 solidarizando una junta 10 en la cara superior 73 del cilindro 7, tal y como se representa en la figura 6, trasladándose verticalmente el vástago 81 del pistón dentro de dicha junta 10 con un rozamiento que es preferentemente seco. El material de la junta 10, por ejemplo elastómero o grafito, se elige en función del amortiguamiento que se pretenda. Puede asimismo dejarse un huelgo 11 entre la paleta 82 del pistón y la superficie interior del cilindro 7 para habilitar un caudal de fuga entre las dos cámaras 61, 62, con el fin de obtener un amortiguamiento viscoso. Igualmente, en una abertura vertical 84 de la paleta 82 también puede ir montada una válvula antirretorno 83, en orden a favorecer un amortiguamiento diferente con la elevación o con el descenso del pistón 8 dentro del cilindro 7.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Pantógrafo (5) de transmisión de energía eléctrica entre un hilo de contacto (3) y un vehículo ferroviario (1), incluyendo el pantógrafo (5) al menos un bastidor (51) destinado a ser montado sobre el vehículo ferroviario (1), una mesilla (52) destinada a hacer contacto con el hilo de contacto (3) y una suspensión de mesilla montada entre el bastidor (51) y dicha mesilla (52), pantógrafo que se caracteriza por el hecho de que la suspensión de mesilla incluye al menos un actuador neumático (6) que incluye un cilindro (7) solidario del bastidor (51) y un pistón (8) solidario de la mesilla (52) montado en sentido de traslación dentro de dicho cilindro (7) en orden a dividir el volumen del cilindro (7) entre una cámara neumática superior (61) y una cámara neumática inferior (62), incluyendo cada cámara neumática (61, 62) un gas a presión que amortigua el desplazamiento del pistón (8).
- 10 2. Pantógrafo según la reivindicación 1, en el que al menos una de las cámaras neumáticas (61, 62) incluye un muelle mecánico (63, 64).
3. Pantógrafo según la reivindicación 2, en el que dicho muelle mecánico (63, 64) está montado libre dentro de dicha cámara neumática (61, 62).
- 15 4. Pantógrafo según una de las reivindicaciones 2 a 3, en el que dicho muelle mecánico (63, 64) cuenta con una rigidez comprendida entre 500 y 1500 N/m, preferentemente igual a 600 N/m.
5. Pantógrafo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que al menos una de dichas cámaras neumáticas (61, 62) incluye al menos una abertura de alimentación neumática (71, 72) practicada dentro de dicho cilindro (7).
- 20 6. Pantógrafo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la presión neumática dentro del actuador neumático (6) está configurada para ejercer un esfuerzo de contacto predeterminado (Fmoy) sobre el hilo de contacto (3).
7. Pantógrafo según la reivindicación 6, en el que, hallándose el pistón (8) en una posición de referencia (d0) dentro de dicho cilindro (7) a los efectos de dicho esfuerzo de contacto predeterminado (Fmoy), el actuador neumático (6) está configurado para amortiguar neumáticamente un desplazamiento del pistón (8) en torno a su posición de referencia (d0) en un margen central (P0) predeterminado de desplazamiento.
- 25 8. Pantógrafo según la reivindicación 7, en el que el actuador neumático (6) está configurado para amortiguar neumática y mecánicamente un desplazamiento del pistón (8) fuera del margen central (P0) determinado de desplazamiento.
- 30 9. Pantógrafo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, incluyendo el pantógrafo (5) una suspensión neumática de bastidor (53) establecida para desplazar el bastidor (51) con relación al vehículo ferroviario, el pantógrafo (5) incluye un primer circuito neumático (54) que relaciona la suspensión neumática de bastidor (53) con el actuador neumático (6).
10. Pantógrafo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que, incluyendo la mesilla (52) un dispositivo neumático de detección de impacto (55), el pantógrafo (5) incluye un segundo circuito neumático (56) que relaciona el dispositivo neumático de detección de impacto (55) con el actuador neumático (6).

35



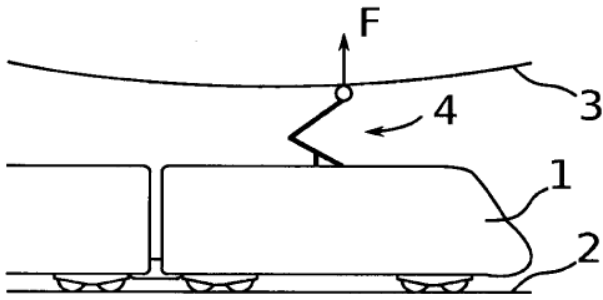


Figura 1

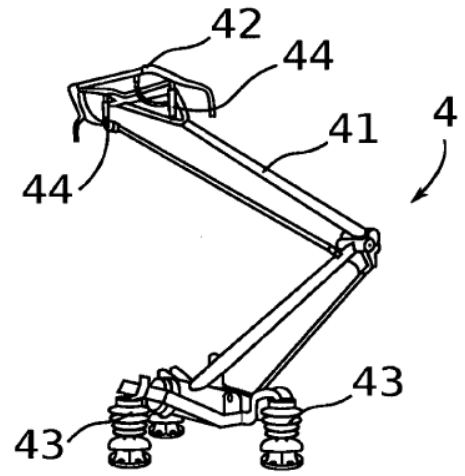


Figura 2

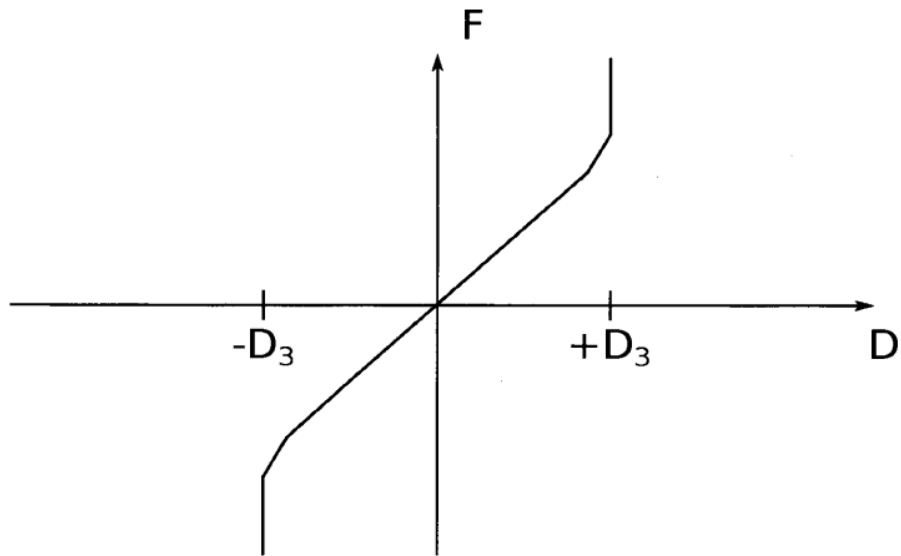


Figura 3

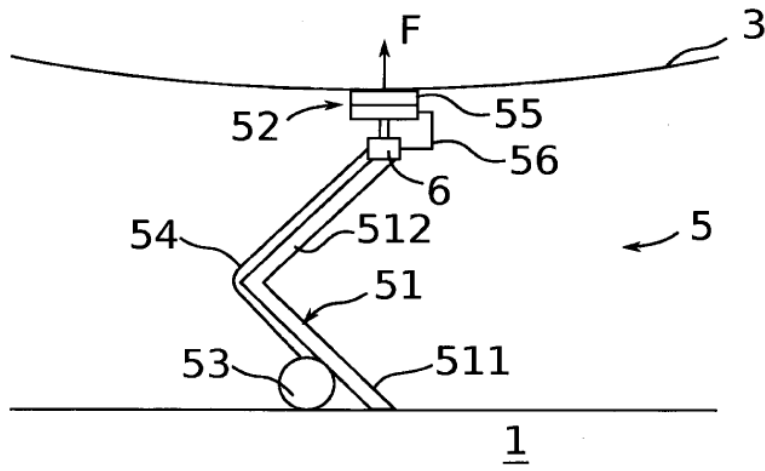


Figura 4

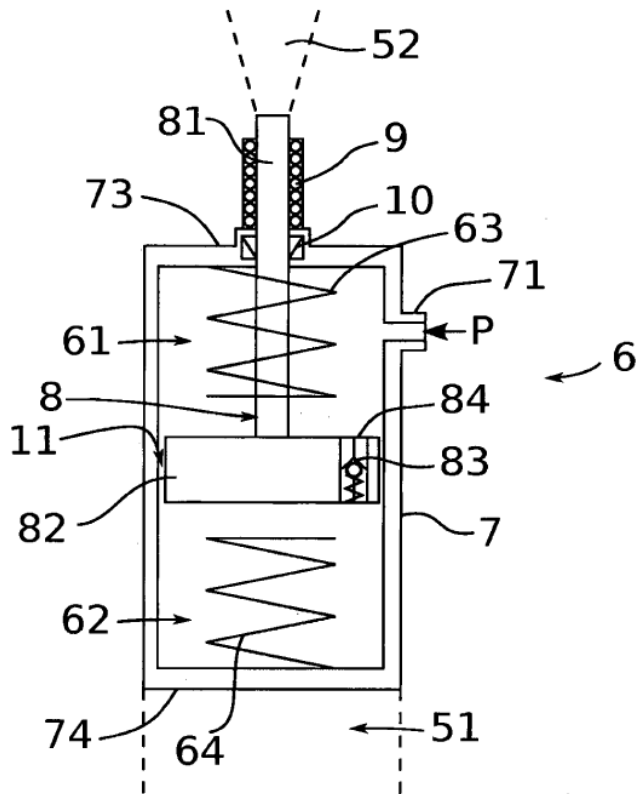


Figura 6

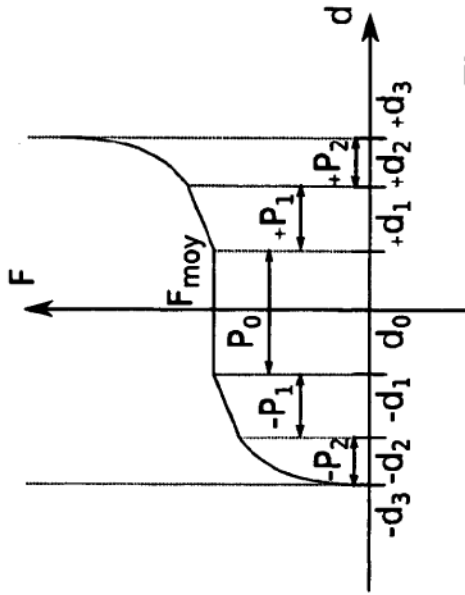


Figura 5B

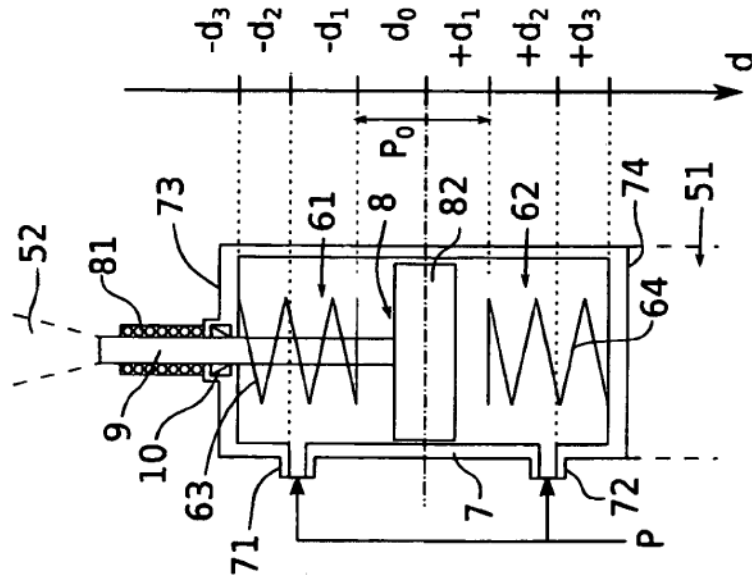


Figura 5A