

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 718**

51 Int. Cl.:

G01L 1/24 (2006.01)

G01L 5/00 (2006.01)

B60L 5/22 (2006.01)

G01L 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08102949 .8**

96 Fecha de presentación: **27.03.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **1975584**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2008**

54 Título: **Dispositivo de medición dinámométrica de contacto y procedimiento para medir una fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente**

30 Prioridad:
29.03.2007 DE 102007015180

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.04.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
Bosselmann, Thomas

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 378 718 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 de medición dinamométrica de contacto y procedimiento para medir una fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente.

5 La presente invención hace referencia a una célula de medición de fuerza, un dispositivo de medición dinamométrica de contacto en un pantógrafo de arco y un procedimiento para medir una fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco.

10 En la DE 102 49 896 A1 se muestran un dispositivo de medición dinamométrica de contacto y un procedimiento para medir la fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente. Con ello, sufre una extensión mecánica, al menos, un sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica dispuesto en el pantógrafo de arco, que se encuentra bajo el efecto de la fuerza de contacto. Una señal luminosa suministrada al sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica presenta alteraciones en sus longitudes de onda debido a la propia extensión mecánica que sufre. A partir de la alteración de las longitudes de onda, que están condicionadas por la fuerza de contacto, se determina por evaluación una medida para la fuerza de contacto. El dispositivo de medición y el procedimiento se prestan especialmente bien a la detección de variaciones rápidas de la fuerza. La medición de las fuerzas estáticas es, sin embargo, propensa a error, ya que el patín del pantógrafo de arco puede deformarse debido a las fluctuaciones de la temperatura y con ello simular fuerzas estáticas de contacto.

15 Gracias a la FR 2 444 266 A1 se conoce una célula de medición de la fuerza con, al menos, una pared, un fondo provisto de un resalte y una tapa provista de una abertura, en la que se prevén sensores de alargamiento en el resalte y la pared.

20 Es objeto de la presente invención proporcionar una célula de medición de fuerza, un dispositivo de medición dinamométrica de contacto y un procedimiento, que posibiliten una medición precisa de una fuerza de contacto rápidamente variable y una estática entre un pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente al mismo tiempo.

25 Para resolver el objeto se muestra un dispositivo de medición dinamométrica de contacto correspondientemente a las características de la reivindicación independiente 1.

30 De esta manera, la célula de medición de la fuerza debe estar provista de, al menos, una pared, un fondo provisto de un resalte y una tapa provista de una abertura. En donde un medio de transmisión de la fuerza en forma de patín puede extenderse a través de la abertura hasta el resalte. Además puede generarse una tensión previa en el medio de transmisión de la fuerza entre resalte y tapa por medio de un medio de fijación, encontrándose el medio de fijación, en la célula de medición de la fuerza, adaptado al medio de transmisión de la fuerza de forma que puede ejercerse la acción de la fuerza del medio de fijación en la dirección del eje longitudinal del medio de transmisión de la fuerza sobre la tapa. Es más, el resalte está provisto de, al menos, un sensor de alargamiento, comprimido bajo el efecto de la fuerza que proviene del medio de transmisión de la fuerza, y la, al menos una, pared que está provista de por lo menos un sensor de alargamiento, que se estira bajo el efecto de la fuerza que proviene del medio de transmisión de la fuerza.

35 Los sensores de alargamiento están dispuestos por tanto en una llamada "configuración push-pull". Mientras que en el caso de un efecto de la fuerza sobre el resalte los sensores de alargamiento, éstos tienen un comportamiento de respuesta contrario, a partir del cual puede determinarse la fuerza actuante; una variación de la temperatura provoca tanto una variación de la expansión del medio de transmisión de la fuerza como también una variación de la expansión de la propia célula de medición de la fuerza, de forma que los sensores de alargamiento tengan un comportamiento de respuesta del mismo sentido. Las fluctuaciones de la temperatura pueden así despreciarse y no influyen sobre la medición de la fuerza.

40 De las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 se infieren otras realizaciones. En esas realizaciones puede apreciarse la forma de ejecución según la Reivindicación 1 con características de las reivindicaciones dependientes o, preferentemente, también las características de varias de estas reivindicaciones combinadas. Por consiguiente, el dispositivo de medición de la fuerza puede tener incluso las siguientes características:

- 45 - Así puede ser favorable que la célula de medición de la fuerza se configure en forma de cilindro hueco o en forma de cono hueco. Con ello se garantiza una distribución uniforme de la fuerza a lo largo de toda la célula.
- 50 - puede resultar ventajoso que el medio de fijación se ejecute como tuerca de fijación, estando el medio de transmisión de la fuerza provisto de una rosca externa. Con ello se posibilita una fijación del medio de transmisión de la fuerza lo más sencilla posible de manipular.

- 5 - puede resultar favorable que se prevea al menos un sensor de temperatura para determinar la temperatura del cuerpo hueco. Dado que la presión en el cuerpo hueco depende de la temperatura y, por tanto, la deformación dependiente de la presión de la membrana se encuentra, asimismo, en función de la temperatura, con la determinación de la temperatura en el cuerpo hueco puede determinarse un valor corrector con el que pueda compensarse la dependencia de la temperatura que posea la deformación de la membrana en sí.
- el medio de transmisión de la fuerza puede ejecutarse más favorablemente como perno de fijación. De este modo puede usarse un perno de fijación ya existente para una fijación o conexión a la transmisión de la fuerza
- Más favorablemente pueden preverse sensores piezo-eléctricos como sensores de alargamiento. Estos sensores son fáciles de manipular y favorables en el aprovisionamiento.
- 10 - Sin embargo, puede ser también favorable prever sensores ópticos como sensores de alargamiento. Con sensores ópticos de alargamiento puede abarcarse una sensibilidad de medición considerablemente mayor frente a la de los sensores de alargamiento mecánicos o eléctricos habituales. Con ellos puede medirse incluso la más mínima deformación. Es además muy simple la instalación del sensor óptico de alargamiento. Así, pueden por ejemplo, fijarse sobre el objeto a analizar. Otra ventaja consiste en que los sensores ópticos de alargamiento no están limitados por el lugar de colocación. Con frecuencia se aplican favorablemente en ambientes de alta tensión.
- 15 Puede ser ventajoso prever como sensores ópticos, sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica, que pueden fabricarse enroscando una rejilla de Bragg en una fibra óptica. La dimensión geométrica más favorable de estos sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica se determina normalmente a través de la fibra óptica empleada. El poco requerimiento de espacio de los sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica facilita su montaje sobre el resalte y sobre la pared. Resulta además favorable que para el registro de las magnitudes medidas sea indispensable que no haya ningún acoplamiento y desacoplamiento de la señal luminosa de la fibra óptica. En los sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica, la conducción de la luz se realiza siempre dentro de la fibra óptica, lo que posibilita un registro de las magnitudes medidas especialmente insensible a esos problemas.
- 20 En el caso del dispositivo de medición dinamométrica de contacto conforme a la invención se trata además de un dispositivo de medición dinamométrica de contacto en un pantógrafo de arco, que tenga, al menos, un patín y un marco basculante, comprendiendo por lo menos
- 25 - un sensor de fuerza constituido como sensor de alargamiento para rápidas variaciones de la fuerza, dispuesto en el patín, de forma que el sensor de alargamiento se estire mecánicamente bajo el efecto de la fuerza de contacto ejercida entre el pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente,
- 30 - una célula de medición de la fuerza conforme a la invención para fuerzas estáticas como medio de conexión entre el patín, provisto con un medio de transmisión de la fuerza, y el marco basculante que está conectado con la pared de la célula de medición de la fuerza de tal forma que, el sensor de alargamiento adosado a la pared, esté dispuesto entre el marco basculante y el fondo de la célula de medición de la fuerza, y
- 35 - una unidad de evaluación para la detección de una señal de medida común para la fuerza de contacto a partir de una señal de medida procedente del, al menos un, sensor de fuerza dispuesto en el patín y una señal de medida procedente de la, al menos una, célula de medición de la fuerza.
- 40 En el caso del dispositivo de medición dinamométrica de contacto conforme a la invención se obtienen las ventajas especificadas anteriormente para la célula de medición de la fuerza conforme a la invención. El medio de conexión de todos modos existente en el patín, principalmente en forma de un perno de fijación provisto de una rosca externa, previsto para fijar el patín al marco basculante, se utiliza más favorablemente como medio de transmisión de la fuerza sobre el resalte de la célula de medición de la fuerza.
- Otras realizaciones del dispositivo de medición dinamométrica de contacto conforme a la invención se infieren de las reivindicaciones dependientes:
- 45 - Así, puede ser favorable ejecutar el, al menos un, sensor de fuerza, dispuesto en el patín, como sensor óptico. Se obtienen las ventajas citadas ya anteriormente para los sensores ópticos.
- Puede ser favorable ejecutar el, al menos un, sensor de fuerza dispuesto en el patín, como un sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica. Se obtienen las ventajas citadas ya anteriormente para los sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica.
- 50 Con la presente invención se estudia más a fondo un procedimiento correspondiente a las características de la reivindicación independiente 10.

En el caso del procedimiento conforme a la invención se trata de un procedimiento para medir una fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente por medio del dispositivo de medición dinamométrica de contacto conforme a la invención que tenga los siguientes pasos:

5 - transformación de la señal de medida analógica (A2) procedente del, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310) en una primera señal de medida digital (D2) y transformación de la señal de medida analógica (A1) procedente de la, al menos una, célula de medición de la fuerza (6) según una de las Reivindicaciones 1 a 7 en una segunda señal de medida digital (D1),

10 - filtrado paso alto de la primera señal de medida digital (D2, DB2) conforme a una primera función de transmisión compleja y filtrado paso bajo de la segunda señal de medida digital (D1) conforme a una segunda función de transmisión compleja, siendo ambas funciones de transmisión complementarias, y

- adición de ambas señales de medida digitales filtradas (F1, F2) conformes a las funciones de transmisión para obtener una señal de medida común (F12).

15 En el caso del procedimiento conforme a la invención se obtienen las ventajas citadas ya anteriormente para la célula de medición de la fuerza conforme a la invención y el dispositivo de medición dinamométrica de contacto conforme a la invención. Además, con la adición, es decir, la superposición de ambas señales digitales de medida, se obtiene una señal de medida de banda ancha muy frecuente que ofrece un valor promediado de alta precisión.

20 Otras realizaciones del procedimiento conforme a la invención se infieren de las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 10. La forma de ejecución según la Reivindicación 10 puede realizarse aquí con las características de las reivindicaciones dependientes o, preferentemente, también con las de varias de estas reivindicaciones combinadas. Por consiguiente, el procedimiento puede tener incluso las siguientes características:

25 Puede ser favorable prever el filtrado paso alto de la señal de medida analógica (A2, AB2, B2) procedente del, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín. Se evitan así las señales idénticas que podrían perjudicar la posterior transformación de la señal de medida analógica. Así, pueden aplicarse, especialmente a la transformación de las señales variables, unos transformadores analógico/digitales optimizados que garanticen una calidad óptima de la señal en la transformación de la señal de medida analógica procedente del, al menos un, sensor de fuerza dispuesto en el patín y presente como señal alterna.

30 Más favorablemente puede preverse una amplificación de la señal de medida analógica procedente del, al menos un, sensor de fuerza dispuesto en el patín, antes de la transformación en la primera señal de medida digital y una atenuación de la primera señal de medida digital antes del filtrado paso alto conforme a la primera función de transmisión. Con ello se garantiza que no se pierda ninguna información de señal en la transformación.

Más favorablemente puede preverse un filtrado antialiasing (anti-solapamiento) de ambas señales de medida analógicas antes de la transformación en la correspondiente señal digital de medida. Se filtran las altas frecuencias superiores a la frecuencia de Nyquist. Esto mejora la calidad de la señal en la transformación analógico/digital.

35 En adelante se explican más a fondo ejemplos de ejecución preferentes pero en ningún caso limitantes de la invención en base al diseño. El diseño no está representado a escala para la ilustración y algunas características se representan esquemáticamente. Individualmente muestran

figura 1 un dispositivo de medición de la fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco y una línea de suministro de corriente,

40 figura 2 una célula de medición de la fuerza entre el patín y el marco basculante del pantógrafo de arco de la figura 1, y

figura 3 pasos procedimentales esquematizados de evaluación de los valores de medida para la fuerza de contacto.

Las partes correspondientes están provistas en las figuras 1 a 3 de los mismos índices de referencia.

45 En la figura 1 se representa un dispositivo de medición de la fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco 3 de un ferrocarril 5 y una línea de suministro de corriente 2. En marcha se desplaza el ferrocarril 5 hacia delante en dirección x. La energía indispensable para ello se alimenta al ferrocarril 5 a través de la línea de suministro de corriente 2.

La realización constructiva del pantógrafo de arco 3 conocido comprende generalmente un patín 310, un bastidor de retención 36 para el patín 310, un marco basculante 33 así como aislantes eléctricos 34, que aislen eléctricamente a

los componentes citados antes del pantógrafo de arco 3 frente al ferrocarril 5. El patín 310 contiene un cuerpo base 32 y un elemento lijador 31.

Para registrar las rápidas variaciones de la fuerza de contacto entre el pantógrafo de arco 3 y la línea de suministro de corriente 2 se prevén sensores de fuerza 41 configurados como sensores de alargamiento, ejecutados aquí como sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica de muestreo óptico. Se aplican a un elemento extensor 42 adicional situado entre el patín 310 y el bastidor de retención 36 de forma que experimenten también la extensión del elemento extensor 42 proporcional a la fuerza de contacto. La extensión mecánica provoca un desfase de la longitud de onda de Bragg del correspondiente sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica 41. Esto significa que una señal luminosa LS, que contenga una cantidad predeterminada de longitudes de onda y se irradie al sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica 41 a través de una fibra óptica 47, en caso de existencia de una correspondiente variación de la fuerza de contacto, presente alteraciones en sus longitudes de onda o cuando menos en una longitud de onda. La señal luminosa con alteraciones en longitudes de onda en el sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica 41 se designa con LS'. La variación de las longitudes de onda es una medida de la información de medición, por tanto, de la fuerza de contacto. La señal luminosa LS' influida en el sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica 41 vuelve en la fibra óptica 47 a una unidad emisora/receptora 46 y se detecta allí por medio de una unidad de evaluación 45. En la unidad de evaluación 45 se emplea un detector habitual en los sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica, preferentemente un policromador con línea de CCD o de fotodiodos. La señal de medida A2 de allí procedente es una señal analógica variable.

Entre el patín 310 y el marco basculante 33 se dispone, respectivamente, de una célula de medición de la fuerza 6. En el caso del ejemplo de ejecución mostrado se trata de células ópticas de medición de la fuerza 6, conectadas asimismo con la fibra óptica 47. Sin embargo, como forma de ejecución alternativa también son posibles, por ejemplo, células eléctricas de medición de la fuerza 6, basadas principalmente en el efecto piezoeléctrico. Cada célula de medición de la fuerza 6 sirve para determinar las fuerzas estáticas de contacto. Para ello tiene asimismo sensores de alargamiento 61, ejecutados como sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica visualmente consultables. Las células de medición de la fuerza 6 se conectan con ello asimismo con la fibra óptica 47 y las consulta la señal luminosa LS, detectando la unidad de evaluación 45 la señal luminosa retrodispersa LS'. La señal de medida A1 de ahí procedente es una señal analógica continua. En la figura 2 se representa una sección transversal de la célula de medición de la fuerza 6 en detalle.

Por medio de la unidad de evaluación 45 se suman ambas señales A1 y A2, es decir, la señal analógica continua y la señal analógica alterna; se digitalizan y se procesan para obtener una señal común de medida F12.

La unidad emisora/receptora 46 contiene además una fuente de luz 44, que produce la señal luminosa LS necesaria para el muestreo del contenido predeterminado de longitudes de onda. Un acoplador 43 separa las señales luminosas entrantes y salientes LS ó LS'. Todos los componentes de la unidad emisora/receptora 46 se encuentran al potencial del ferrocarril 5, o sea, al potencial de tierra. En cambio, los sensores de fuerza 41 y la célula de medición de la fuerza 6 están dispuestos a un potencial de alta tensión, a saber, principalmente al potencial de la línea de suministro de corriente 2. El puentado de potencial indispensable puede efectuarse sin embargo sin problema por medio de la vía óptica de transmisión a través de la fibra óptica 47.

En el ejemplo de la figura 1 se muestra una estructura reflexiva. En principio, es asimismo posible otra estructura óptica, por ejemplo una transmisiva.

En la figura 2 se representa un ejemplo de ejecución de la célula 6 de medición de la fuerza conforme a la invención. La célula 6 de medición de la fuerza, ejecutada aquí, por ejemplo, en forma de cono hueco, tiene una pared 63, un fondo 62 provisto de un resalte 66, y una tapa 64 provista de una abertura 67. La célula de medición de la fuerza 6 sirve con ello como medio de conexión entre el patín 310 y el marco basculante 33. Aquí el marco basculante 33 está unido en cierre de fuerza con la pared 63 de la célula de medición de la fuerza 6. La fijación de la célula de medición de la fuerza 6 al patín 310 se realiza a través de un perno de fijación 37 unido en cierre de fuerza con el patín 310. Para ello se guía el perno de fijación 37 a través de la abertura 67 hasta el resalte 66. A través de un medio de fijación 65 dentro de la célula de medición de la fuerza 6 se genera una tensión previa en el perno de fijación 37. Para lograrlo se diseña el perno de fijación 37 más favorablemente provisto de una rosca externa, mientras que el medio de fijación 65 se ejecuta como tuerca de fijación. Por torneado a la tuerca de fijación 65 se presiona el perno de fijación 37 contra el resalte 66, mientras que al mismo tiempo se presiona la propia tuerca de fijación 65 contra la tapa 64. Con ello puede alterarse y adaptarse la tensión previa de manera simple. Esta tensión previa conlleva un alargamiento previo de la célula de medición de la fuerza 6 y por tanto, un ajuste variable del punto de trabajo. Si, partiendo del patín 310 y a través del perno de fijación 37, se ejerciese fuerza sobre la célula de medición de la fuerza 6, fija al marco basculante 33, se estiraría su pared 63, mientras que el resalte 66 se ensamblaría, es decir, se comprimiría. Asimismo, el perno de fijación 37 es, por consiguiente, un medio de transmisión de la fuerza del patín a la célula de medición de la fuerza. Con los sensores de alargamiento 61 dispuestos en cierre de fuerza en la pared 63 y en el resalte 66 se miden las, así denominadas, deformaciones, de forma que puedan limitarse a las fuerzas estáticas que actúan sobre la célula de medición de la fuerza 6. Los sensores de alargamiento 61 adaptados a la pared 63 deberían disponerse, de esta manera, centrados en la

- dirección de expansión entre el punto de contacto del marco basculante 33 con la pared 63 y el fondo 62 de la célula de medición de la fuerza. Una configuración tal de los sensores de alargamiento 61 se denomina configuración "push-pull". Una configuración tal tiene la ventaja de que las variaciones de la temperatura del entorno no influyan sobre la medición de la fuerza, pues las variaciones de la temperatura del entorno suponen una variación longitudinal del perno de fijación 37 y también una variación de la célula de medición de la expansión de la fuerza, de forma que todos los sensores de alargamiento 61 se deformen en la célula de medición de la fuerza 6 en el mismo sentido. Las variaciones de la temperatura del entorno pueden, por consiguiente, compensarse matemáticamente.
- 5
- Como sensores de alargamiento 61 resultan apropiados, debido a su alta sensibilidad, principalmente los sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica. Esta elección tiene la ventaja de que la separación d de la célula de medición de la fuerza 6 respecto al patín 310 puede mantenerse lo más baja posible, de forma que no se superen, por ejemplo, los 0,1 mm. Esto beneficia a la estabilidad de la distribución completa. Además, correspondientemente, la célula de medición de la fuerza 6 puede ejecutarse de forma más estable con un grosor de pared lo suficientemente elevado.
- 10
- Un sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica 41, 61 es muy compacto. Tiene típicamente un diámetro de aprox. 200 μm y una longitud de aprox. 10 mm. De esta manera, puede adaptarse a casi cualquier lugar.
- 15
- Para proteger la cara interna de la tapa 64 y para una expansión a una cadencia suavizada se prevé, por ejemplo, una arandela plana 68 entre la tapa 64 y la tuerca de fijación 65.
- Por medio de la unidad de evaluación 45 se digitalizan, procesan y suman ambas señales, es decir, la señal analógica continua A1 y la señal analógica alterna A2, para obtener una señal común de medida F12.
- 20
- Para detectar la señal común de medida F12 por medio de la unidad de evaluación 45 se procesan por separado la señal analógica continua A1 y la señal analógica alterna A2 posteriormente. En la figura 3 se representan los pasos procedimentales individuales en un diagrama de flujo 70. Los diagramas representados esquemáticamente en los filtros 71, 73, 77 y 78 indican con ello funciones de transmisión.
- 25
- La señal analógica continua A1 se filtra, antes de la transformación en la correspondiente señal digital de medida D1, con un filtro anti-aliasing 73 para la atenuación de las proporciones de señales superiores a la frecuencia de Nyquist. La señal analógica alterna filtrada B2 se conduce entonces a un transformador analógico/digital 74, diseñado y optimizado principalmente para la transformación de señales analógicas continuas, para su transformación.
- 30
- La señal analógica alterna A2 se libera por medio de un filtro paso alto 71, antes de la transformación en una señal alterna digital D2 y ante una proporción de señal continua eventualmente existente. La señal analógica alterna AA2 resultante se amplifica seguidamente por medio de un amplificador 72 y la señal analógica alterna amplificada AB2 se filtra con el filtro anti-aliasing 73 para la atenuación de las proporciones de señales superiores a la frecuencia de Nyquist. La señal analógica alterna filtrada B2 se conduce entonces a un transformador analógico/digital 75, diseñado y optimizado principalmente para la transformación de señales analógicas alternas, para su transformación. Después de la transformación, se conduce la señal alterna digital D2 a un medio atenuador 76, cuyo valor de atenuación corresponda, por ejemplo, al valor recíproco de la anterior amplificación de la señal alterna analógica AA2. Se sobreentiende que, tanto el valor de atenuación como también el valor de amplificación pueden seleccionarse también independientemente. La señal digital variable atenuada se designa DB2 en la figura
- 35
- 40
- 3.
- La señal continua digital D1 se conduce en un siguiente paso a un filtro paso alto 78. Ambos filtros se implementan como filtros complementarios 77 y 78, y la suma de las funciones de transmisión complejas reguladas de ambos filtros 77 y 78 da, por cierto, el valor constante 1. La señal continua digital filtrada paso bajo F1 se suma en un último paso a la señal alterna digitalen filtradan paso alto F2 por medio de una unidad de adición 79, que es parte de la
- 45
- unidad de evaluación 45, de donde se obtiene la señal de medida digital común F12 deseada como señal de la fuerza de contacto. Esta es favorablemente de banda ancha y posee un valor promediado de alta precisión.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto en un pantógrafo de arco (3), que tenga, al menos, un patín (310) y un marco basculante (33), comprendiendo al menos
- 5 - un sensor de fuerza (41) constituido como sensor de alargamiento para rápidas variaciones de la fuerza, dispuesto en el patín (310) de forma que el sensor de alargamiento (41) se estire mecánicamente bajo el efecto de la fuerza de contacto, existente entre el pantógrafo de arco (3) y una línea de suministro de corriente (2),
- caracterizado por** una célula de medición de la fuerza (6) para fuerzas estáticas con
- al menos una pared (63),
- un fondo (62) provisto de un resalte (66), y
- 10 - una tapa (64) provista de una abertura (67),
- pudiendo extenderse un medio de transmisión de la fuerza en forma de patín (37) a través de la abertura (67) hasta el resalte (66),
- por medio de un medio de fijación (65) puede originarse una tensión inicial en el medio de transmisión de la fuerza (37) entre el resalte (66) y la tapa (64), sujetándose el medio de fijación (65) dentro de la célula de medición de la fuerza (6) am medio de transmisión de la fuerza (37) de forma que se el medio de fijación (65) ejerza un efecto de fuerza sobre la tapa (64) en la dirección del eje longitudinal del medio de transmisión de la fuerza (65),
- 15 - el resalte (66) provisto de, al menos, un sensor de alargamiento (61), comprimido bajo el efecto de la fuerza que proviene del medio de transmisión de la fuerza (37), y
- al menos una pared (63) provista de, al menos, un sensor de alargamiento (61), que se estira bajo el efecto de la fuerza que proviene del medio de transmisión de la fuerza (37),
- 20 sirviendo la célula de medición de la fuerza (6) como medio de conexión entre el patín (310) provisto del medio de transmisión de la fuerza (37) y el marco basculante (33), conectado a la pared de la célula de medición de la fuerza (63) de tal forma que el sensor de alargamiento (61) montado en la pared (63) esté dispuesto entre el marco basculante (33) y el fondo de la célula de medición de la fuerza (62), y con una unidad de evaluación (45) para determinar una señal de medida común (F12) para la fuerza de contacto a partir de una señal de medida (A2) procedente del, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310) y una señal de medida (A1) procedente de la, al menos una, célula de medición de la fuerza (6).
- 25
2. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según la Reivindicación 1, **caracterizado porque** la célula de medición de la fuerza (6) está configurada en forma de cilindro hueco o en forma de cono hueco.
- 30
3. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según la Reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el medio de fijación (65) se ejecuta como tuerca de fijación, estando el medio de transmisión de la fuerza (37) provisto de una rosca externa.
4. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según una de las anteriores Reivindicaciones, **caracterizado porque** el medio de transmisión de la fuerza (37) es un perno de fijación.
- 35
5. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según una de las anteriores Reivindicaciones, **caracterizado porque** como sensores de alargamiento (61) se prevén sensores piezo-eléctricos.
6. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según una de las Reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** como sensores de alargamiento (61) se prevén sensores ópticos.
7. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según la Reivindicación 6, **caracterizado porque** como sensores ópticos (61) se prevén sensores láser con rejillas de Bragg de fibra óptica.
- 40
8. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según una de las anteriores Reivindicaciones, **caracterizado porque** el, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310) se ejecuta como sensor óptico.

9. Dispositivo de medición dinamométrica de contacto según la Reivindicación 8, **caracterizado porque** el, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310) se ejecuta como sensor láser con rejillas de Bragg de fibra óptica.

5 10. Procedimiento para medir una fuerza de contacto entre un pantógrafo de arco (3) y una línea de suministro de corriente (2) por medio del dispositivo de medición dinamométrica de contacto según una de las anteriores Reivindicaciones, que tiene los siguientes pasos:

10 - transformación de la señal de medida analógica (A2) procedente del, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310) en una primera señal de medida digital (D2) y transformación de la señal de medida analógica (A1) procedente de la, al menos una, célula de medición de la fuerza (6) según una de las Reivindicaciones 1 a 7 en una segunda señal de medida digital (D1),

15 - filtrado paso alto de la primera señal de medida digital (D2, DB2) conforme a una primera función de transmisión compleja y filtrado paso bajo de la segunda señal de medida digital (D1) conforme a una segunda función de transmisión compleja, siendo ambas funciones de transmisión complementarias, y

15 - adición de ambas señales de medida digitales filtradas (F1, F2) conformes a las funciones de transmisión para obtener una señal de medida común (F12).

11. Procedimiento según la Reivindicación 10, **caracterizado por** filtrado paso alto de la señal de medida analógica (A2, AB2, B2) procedente del, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310).

12. Procedimiento según la Reivindicación 10 u 11, **caracterizado por**

20 - amplificación de la señal de medida analógica (A2, AA2, B2) procedente del, al menos un, sensor de fuerza (41) dispuesto en el patín (310), antes de la transformación en la primera señal de medida digital (D2) y

- atenuación de la primera señal de medida digital (D2) antes del filtrado paso alto conforme a la primera función de transmisión.

25 13. Procedimiento según una de las Reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por** filtrado antialiasing de ambas señales de medida analógicas (A1, A2, AA2, AB2) antes de la transformación en la correspondiente señal digital de medida (D1, D2).

FIG 1

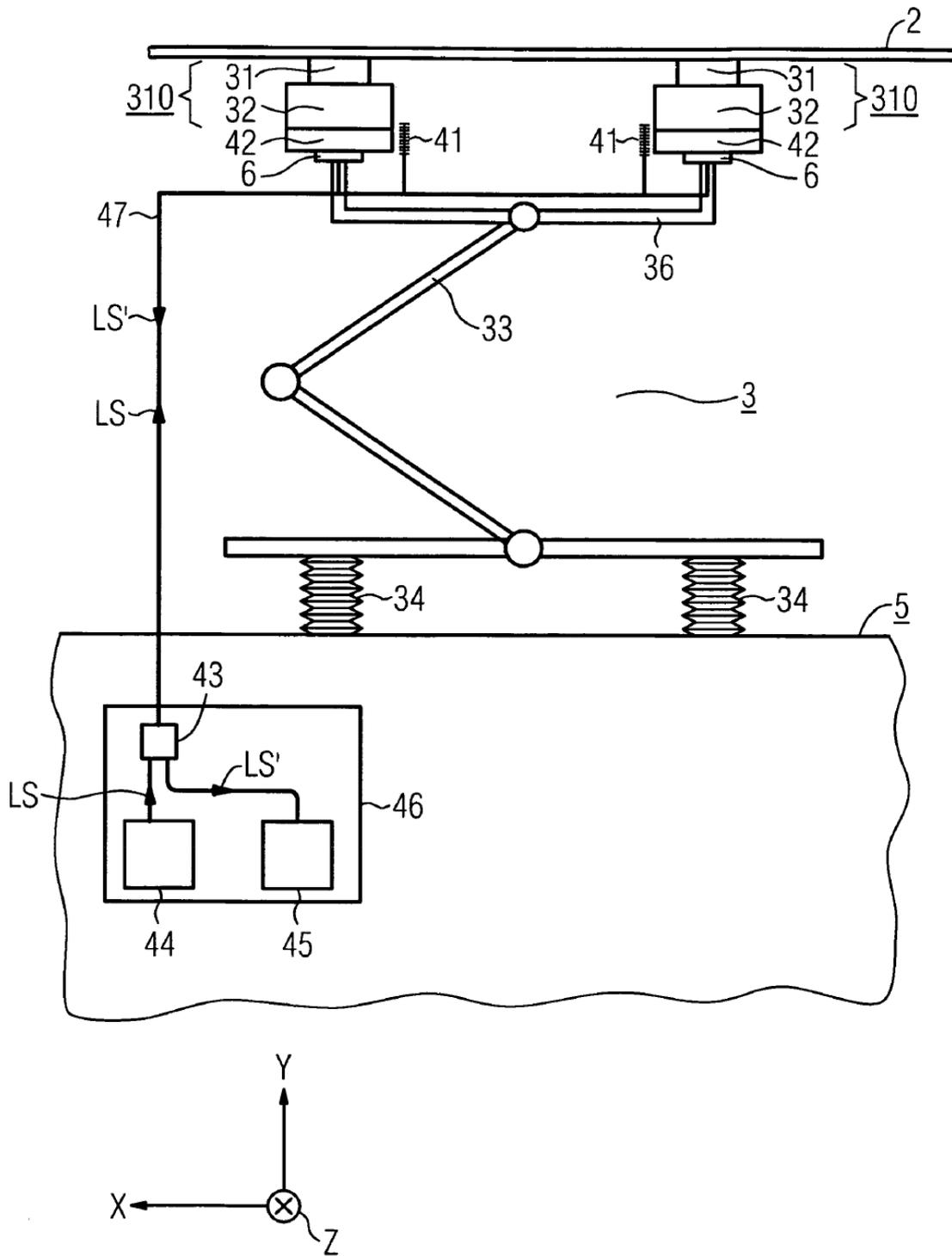


FIG 2

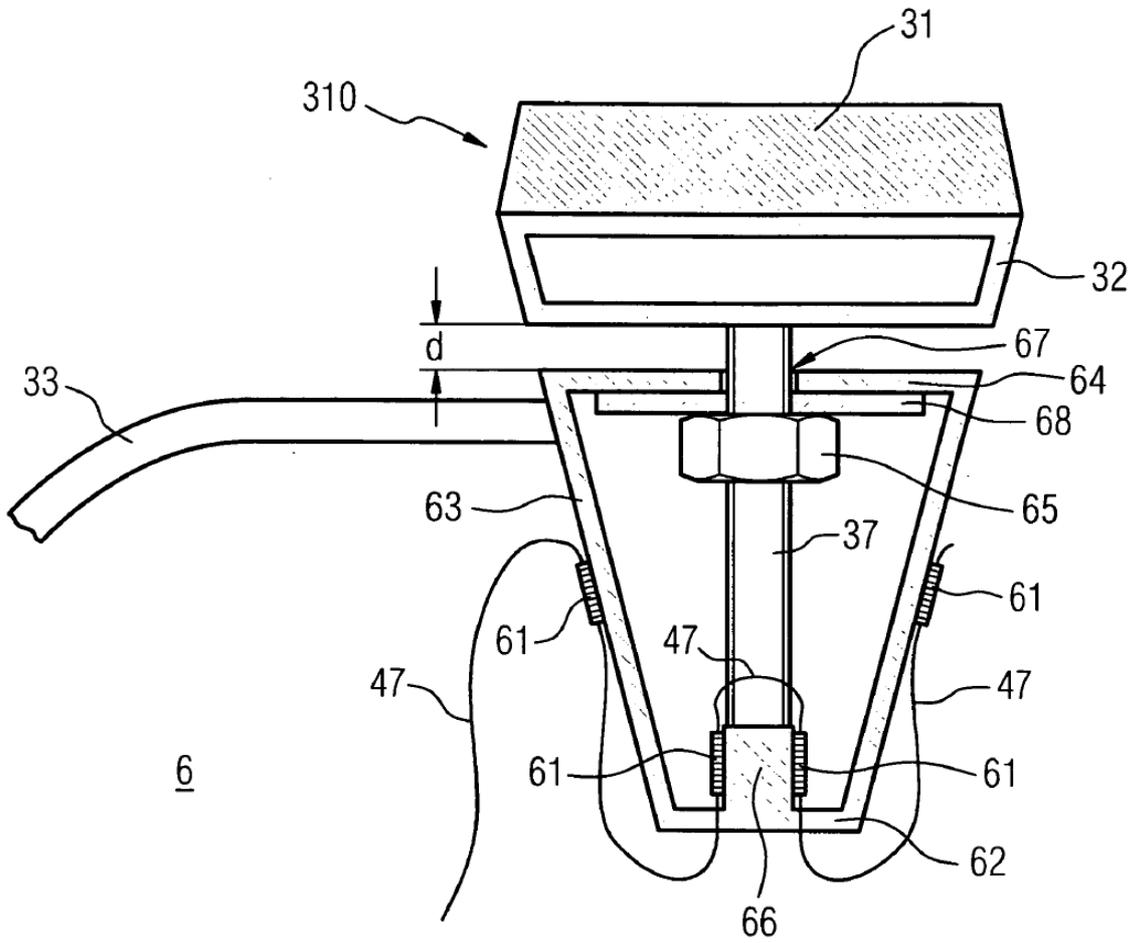


FIG 3

