

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 077**

51 Int. Cl.:

B60M 1/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2011 PCT/EP2011/067017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.04.2012 WO12041977**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2011 E 11766958 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2621753**

54 Título: **Dispositivo de monitorización para una catenaria de una línea aérea de contacto**

30 Prioridad:

30.09.2010 DE 102010041715

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

18.09.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**DÖLLING, ANDRE;
ZETTNER, JÜRGEN y
KLOS, HANS-HENNING**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 682 077 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 monitorización para una catenaria de una línea aérea de contacto

La presente invención se relaciona con un dispositivo de monitorización para una catenaria de una línea aérea de contacto, con un hilo de contacto sujeto por un cable de soporte para suministrar energía a un vehículo motor eléctrico, que tenga las características especificadas en el término genérico de la reivindicación 1.

Durante la operación de los trenes eléctricos, la seguridad y la disponibilidad de las instalaciones gozan de la más alta prioridad. Esto se aplica en particular a los sistemas de las líneas aéreas como parte fundamental para el suministro de tracción a los vehículos motores eléctricos. Un deterioro del hilo de contacto causa generalmente un fallo de la línea aérea de contacto al menos en el tramo afectado, en el peor de los casos también del suministro de energía al tren.

Una línea aérea de contacto está sujeta, por un lado, a cargas ocasionadas por operaciones mecánicas permanentes por los pantógrafos abrasivos de los vehículos motores y por fuerzas de anclaje. Por otro lado, está sujeta al desgaste ocasionado por el pantógrafo guiado o que el mismo presente un desgaste no ideal, por arcos y por descargas o también al propio desgaste mecánico. Durante la circulación se producen cargas dinámicas alternas en la línea aérea. Particularmente las cargas térmicas alternas por las corrientes de operación en la línea aérea y las condiciones ambientales afectan considerablemente a su capacidad de funcionamiento continuo y, con ello, a su vida útil.

Se conocen, por tanto, diversos dispositivos y procedimientos para monitorizar la catenaria de una línea aérea de contacto, particularmente su hilo de contacto, en busca de eventos perjudiciales, para evitar fallos o para poder localizar lo más exactamente posible un evento perjudicial del hilo de contacto que se haya producido en la extensión de la red de catenarias.

Así, gracias a la solicitud de patente DE 10 2007 015 576 A1 se conoce un sistema y un procedimiento para monitorizar un hilo de contacto, donde una línea de monitorización se acopla a lo largo de un hilo de contacto, que sirve para el suministro eléctrico de un vehículo ferroviario. A la línea de monitorización está acoplado un dispositivo de evaluación. La línea de monitorización está acoplada mecánicamente de tal manera al hilo de contacto, que, al romperse el hilo de contacto, la línea de monitorización se estropea junto con el propio hilo de contacto. El dispositivo de evaluación está configurado para detectar la rotura de la línea de monitorización. Este sistema de monitorización requiere un considerable esfuerzo mediante el nuevo emplazamiento de la línea de monitorización a lo largo de toda la zona de monitorización. Aunque es capaz de detectar eficazmente una rotura de un hilo de contacto, sin embargo, se estropea en caso de presentarse daños en la línea y tiene que renovarse. Además, el sistema de monitorización no puede detectar otros eventos perjudiciales distintos a estas fracturas.

Por contraste, de una manera no basada en la propia destrucción, trabaja un dispositivo acústico, conocido gracias a la solicitud de patente DE 10 2006 031 919 A1, para examinar un hilo de contacto de una catenaria determinada para el suministro eléctrico de energía alterna de un ferrocarril. El dispositivo está diseñado con al menos una unidad emisora/receptora para radiación ultrasónica, que presenta al menos un transductor ultrasónico. El transductor ultrasónico emite al menos un pulso ultrasónico en el hilo de contacto y recibe una proporción del pulso ultrasónico reflejada por el hilo de contacto. Se prevé un lubricante como medio de acoplamiento ultrasónicamente permeable entre el transductor ultrasónico y el hilo de contacto, el medio lubricante está provisto en el hilo de contacto para reducir el desgaste durante su conducción a través de un colector de corriente. Este dispositivo de inspección detecta daños materiales, como por ejemplo grietas, defectos y otras anomalías, en el hilo de contacto. Mediante la disposición del dispositivo de detección en un vehículo de mantenimiento, que lleva el lubricante, no puede monitorizarse todo el hilo de contacto en tiempo real, ya que siempre sólo se va a examinar la zona concreta de contacto del hilo que va a ser detectada por el transductor ultrasónico.

Para detectar una rotura del hilo de contacto no se puede utilizar el dispositivo de detección. Es también perjudicial la operativa necesaria con un gran número de vehículos de mantenimiento equipados con el dispositivo de detección.

La publicación internacional WO 2008/095739 A1 muestra un dispositivo para identificar un defecto mecánico en un cable de una catenaria. Para este fin se prevé un dispositivo para determinar la fuerza de tracción del cable, que está en comunicación con el cable y un punto de soporte. El dispositivo puede estar diseñado como una célula de carga entre el cable y una rueda tensora, como un medidor de ángulo de giro de un balancín que soporta la rueda tensora o como un medidor de posición de un peso colgante de la rueda tensora. Una variación de la fuerza de tracción del hilo de contacto puede estar causada por sus desplazamientos longitudinales relacionados con la temperatura, por su elevación al circular, por cargas auxiliares en la catenaria o por una tensión del conductor. El dispositivo está conectado a un dispositivo de evaluación que compara la fuerza de tracción con un valor teórico y, al quedar por debajo del valor teórico, indica un defecto mecánico, particularmente incluso antes de que el hilo de

contacto se rompa. Sin embargo, también hay daños progresivos no detectables por este dispositivo, como los que pueden estar causados por las formaciones de arcos o rayos.

La presente invención se basa, por lo tanto, en el objeto de proporcionar un dispositivo de monitorización del tipo mencionado inicialmente, con el que se pueda monitorizar a bajo costo en tiempo real el estado de una línea aérea de contacto con respecto a una pluralidad de posibles eventos perjudiciales.

El objeto se resuelve con un dispositivo de monitorización apropiado con las características indicadas en la parte de caracterización de la reivindicación 1. En consecuencia la, al menos una, unidad sensora está configurada como transductor electroacústico, que está acoplado acústicamente al hilo de contacto, para transformar una señal acústica originada por un evento perjudicial en una señal eléctrica. La invención se basa además en la suposición de que puede detectarse acústicamente un evento perjudicial en la catenaria de la línea aérea de contacto. La invención hace uso del hecho de que los procesos perjudiciales, como formación de grietas, fricción por grietas, deformación plástica, corrosión, desgaste en un cojinete plano o rodante, pero también las descargas parciales que surgen y los arcos con eliminación de material, estimulan, al circular el tren, modos de vibración elásticos medibles en el hilo de contacto, que se propagan en la catenaria como ondas acústicas longitudinales y transversales. Este es el caso incluso en el caso de daños en el material que estén ya presentes, por ejemplo, cuando aparecen y crecen microfisuras y procesos microcristalinos en los desplazamientos. Estos pueden originarse durante el funcionamiento normal por la acción de cargas mecánicas, ciclos térmicos, cargas de viento y cuerpos extraños y producen eventos de choque acústico, en base a cuya detección repetida se detecta incluso una progresión de un daño. La señal acústica la convierte un transductor electroacústico en una señal eléctrica evaluable. Como transductores de sonido sirven, por ejemplo, materiales piezocerámicos, microsistemas o incluso vibrómetros láser, que están conectados de manera estacionaria a la línea aérea de contacto para el acoplamiento permanente. Por medio de una unidad de evaluación adecuada se analizan las señales eléctricas detectadas.

En el dispositivo de monitorización conforme a la invención, al menos un transductor está acoplado al hilo de contacto a través de un dispositivo de re-tensionado de la catenaria. Debido al buen acoplamiento acústico al hilo de contacto, sirve como punto de fijación para al menos un transductor un tensor de rueda para re-tensar el cable de contacto. Mediante la catenaria usada habitualmente en sistemas de líneas aéreas, formada por hilo de contacto, cable de soporte, soportes, péndolas en Y y conectores de alimentación, el, al menos un, transductor puede estar conectado también con el tensor de rueda para el cable de soporte, pues las ondas acústicas desencadenadas por un evento perjudicial en el hilo de contacto también se transportan mediante el cable de soporte. Mediante la menor atenuación de las ondas acústicas presente en cada caso en el cable de soporte, esto puede ser incluso ventajoso en un transporte de señales a largas distancias.

Preferentemente, el dispositivo de re-tensionado presenta al menos una rueda tensora, alrededor de la que está arrollado un cable de tensado conectado con el hilo de contacto y/o con el cable de soporte y, en sentido contrario, un cable de peso conectado con pesos de tensado, donde el, al menos un, transductor del dispositivo de monitorización conforme a la invención está acoplado al hilo de contacto mediante un eje de giro de la, al menos una, rueda tensora. De este modo, por un lado, resulta un buen acoplamiento mecánico con baja amortiguación de las vibraciones, y por otro lado, no se ejerce ninguna fuerza apreciable sobre la rueda tensora, de forma que no es de esperar ningún deterioro funcional del dispositivo de re-tensionado.

En una ordenación preferida del dispositivo de monitorización conforme a la invención, en la catenaria se dispone, entre la rueda tensora y el hilo de contacto, un aislante eléctrico, que tiene un núcleo aislante acústicamente conductor. Entre el tensor de rueda y el hilo de contacto hay en la práctica siempre un aislante eléctrico, que, en función del diseño geométrico y mecánico del tramo aislante, puede amortiguar más o menos fuertemente el ruido estructural. Tienen además buenas propiedades conductoras acústicas los aislantes con varillas de fibra de vidrio revestidas de silicona, pues el núcleo de fibra de vidrio relativamente frágil no tiene demasiada atenuación acústica. Dado que en este caso todo el transductor electroacústico está a potencial de tierra, se puede realizar ventajosamente un dispositivo de monitorización de manera especialmente rentable.

En otra ordenación preferida del dispositivo de monitorización conforme a la invención, el transductor está conectado a través de un medio de acoplamiento eléctricamente aislante al eje de giro. De este modo se puede realizar una separación de potencial mediante la formación de la interfaz de acoplamiento entre el transductor y el eje de giro de la rueda tensora. Preferentemente, la separación de potencial puede tener también lugar a través de una conexión de fibra óptica entre la rueda tensora y el transductor.

En una ordenación favorable, el dispositivo de monitorización conforme a la invención comprende medios de comunicación para la transmisión inalámbrica de señales desde el, al menos un, transductor a la unidad de evaluación. En este contexto se puede conectar un transductor rentable con suministro de energía autosuficiente a través de un enlace de radio con el dispositivo de evaluación y estar al potencial eléctrico del hilo de contacto. Esta ordenación es especialmente rentable, ya que la inteligencia de comunicación y procesamiento previo puede ubicarse en el microcontrolador del nodo de radio. Sólo tendrían que transmitirse estados de alto interés, quizás

temporizador de control, diagnósticos de sensor, así como ocurrencia, frecuencia y fuerza de un evento, lo que permite un funcionamiento eficiente energéticamente, que puede alimentarse de luz ambiental mediante células solares. Una ventaja de esta ordenación es además que el sonido estructural se puede medir sin amortiguación mediante una capa de aislamiento eléctrico.

5 En un modo de operación preferido del dispositivo de monitorización conforme a la invención, al menos dos transductores están acoplados en determinadas posiciones acústicamente a la catenaria y el dispositivo de evaluación está configurado para, a partir de las posiciones de los transductores en la catenaria y a partir de una diferencia de tiempos de propagación medida de ambas señales acústicas recibidas por los transductores, localizar el evento perjudicial. Como zona de monitorización entra en consideración típicamente una sección de tensión de la catenaria. A una velocidad del sonido en el acero de 5000 m/s, la duración de una señal acústica a mitad de longitud de arriostado de como máximo 1000 m es de aproximadamente 0,2 s. A una resolución temporal de al menos 1 ms, o sea una frecuencia de muestreo de 1 kHz, ya puede localizarse con precisión la ubicación de evento perjudicial en dos de transductor, después de todo, a de 5 a 10 m por medio de un análisis de las diferencias de tiempo de propagación del ruido estructural a dos de los transductores. Las duraciones acústicas se desplazan aquí unos 0,2 ms por metro de longitud de cable y deberían posibilitar localizaciones en el orden de magnitud de 100 m, lo que se puede conseguir mediante una electrónica de transductor y evaluación de bajo costo con una velocidad de muestreo de aproximadamente 1 ms. Para este propósito, se puede emplear ventajosamente una red de transductores electroacústicos con correlación cruzada entre dos nodos de radio, donde, por ejemplo, un transductor está conectado a una temporalización absoluta del dispositivo de evaluación, mientras que el transductor 22 retirado, que se comunica por radio, detecta las señales eléctricas S2 en ciertos momentos de disparo y las transmite. Para la detección de daños, es ventajoso prever un transductor por sección de anclaje y en la detección de duración, dos transductores por sección de anclaje, pues el factor de pérdida de los materiales utilizados, tales como cobre, aluminio o acero, está en el intervalo de 10^{-3} a 10^{-4} y permite también, debido a la geometría, un alto rango de detección para líneas acústicas debido a baja atenuación. El dispositivo de monitorización también se puede combinar ventajosamente con dispositivos conocidos del estado actual de la técnica para monitorizar el hilo de contacto, a fin de permitir una evaluación más altamente cualificada de los eventos perjudiciales.

En otro modo de operación favorable del dispositivo de monitorización conforme a la invención, el dispositivo de evaluación está configurado para clasificar el evento perjudicial por medio de un análisis de señales de las señales acústicas recibidas. Si se supone que los diversos eventos adversos se distinguen también en sus señales acústicas, por ejemplo, en la duración de la señal, en el aumento, máximo y reducción de la amplitud de la señal o también en sus composiciones de señales individuales, puede ser posible, mediante un análisis de frecuencia de las señales eléctricas convertidas, una asignación a varias clases de eventos perjudiciales. De este modo, la evaluación de la señal gana en términos de calidad y el operador de la línea aérea de contacto monitorizada puede tomar medidas específicas para el mantenimiento o resolución de problemas.

35 Otras propiedades y ventajas del dispositivo de monitorización conforme a la invención se deducen del ejemplo de ejecución descrito a continuación en base a los dibujos, donde ilustran esquemáticamente

FIG 1 una catenaria de una línea aérea de contacto con el dispositivo de monitorización conforme a la invención,

FIG 2 un dispositivo de re-tensionado con un transductor electroacústico conforme a la invención,

40 FIG 3 una representación gráfica, generada por un dispositivo de evaluación conforme a la invención, de la evolución temporal de la amplitud de las señales recibidas en los transductores.

Conforme a la FIG 1, una catenaria 10 de una línea aérea de contacto para suministrar tracción a vehículos motores eléctricos se subdivide en secciones de tensado dispuestas en serie. La catenaria 10 presenta un hilo de contacto 11, que, al ser transitadas por un vehículo motor, se pone a la tensión de operación para el suministro de energía y se pule mediante un pantógrafo del vehículo motor. El hilo de contacto 11 está sujeto por un cable de soporte 12, que transcurre por encima del hilo de contacto 11, a través de cables colgantes no representados. El cable de soporte 12 está a su vez suspendido por una serie de mástiles montados lateralmente en una carretera a través de soportes laterales, no representados, sobre la carretera. En el centro del campo de una sección de tensado están longitudinalmente fijos el hilo de contacto 11 y el cable de soporte 12 a través de péndolas en Y, mientras que se tensan por sus extremos mediante dispositivos de re-tensionado 30. Los dispositivos de re-tensionado 30 están configurados típicamente como un llamado tensor de rueda, que graban en la catenaria 10 una fuerza de peso producida por una columna que cuelga libremente en los pesos de tensado 35 con una relación de velocidad predeterminable de por ejemplo 3: 1 como fuerza tensora. En el ejemplo de ejecución representado, el hilo de contacto 11 y el cable de soporte 12 están arriostados en cada caso por separado, aunque también es posible destensarlos en conjunto mediante una palanca tensora. Desde el punto fijo 13 en el centro del campo se compensan los desplazamientos longitudinales de la catenaria 10 causados por la operación y particularmente por la temperatura mediante los dispositivos de re-tensionado 30, para lograr unas propiedades de circulación invariantes.

5 Conforme a la FIG 2, un dispositivo de re-tensionado 30 configurado como tensor de rueda presenta una rueda tensora 31 con dos tambores de diferentes tamaños de diámetro. La rueda tensora 31 tiene un eje de giro 37, que está montado de forma giratoria en un extremo de un balancín 32 del. Por su otro extremo el balancín 32 es giratorio alrededor de un eje horizontal y se fija de manera giratoriamente articulada a un mástil 33. Alrededor del tambor menor de la rueda tensora 31 se enrolla un cable de tensado 34, que está conectado con el hilo de contacto 11 o con el cable de soporte 12. La fuerza de tensión en el cable de tensado 34 se genera mediante una fuerza de peso de los pesos de tensado 35, que cuelgan de un cable de peso 36 enrollado alrededor del tambor mayor de la rueda tensora 31 y en sentido contrario al cable de tensado 34. En el estado de funcionamiento normal, el dispositivo de re-tensionado 30 adopta una posición de equilibrio, a partir de la cual las fuerzas, oscilaciones y movimientos longitudinales grabado/as en la catenaria 10 se compensan mediante movimientos de rotación y balanceo de la rueda tensora 31.

15 El eje de giro 37 de la rueda tensora 31 está además mecánicamente acoplado de manera casi no amortiguada a la catenaria 10, particularmente al hilo de contacto 11, forma que las ondas elásticas que se extienden en la catenaria 10 se transmitan muy bien al eje de giro 37. Acorde a la invención, por tanto, según la FIG 2, una unidad sensora configurada como transductor electroacústico 20 está acoplada a través del eje de giro 37 de una rueda tensora 31 acústicamente al hilo de contacto 11. Soluciones favorables equivalentes emplean un montaje del transductor 20 directamente sobre la rueda tensora 31 o sobre elementos de soporte adyacentes como el balancín 32 o al mástil 33. El transductor electroacústico 20 está previsto para transformar una señal acústica originada por un evento perjudicial, quizás una rotura B del hilo de contacto 11, en una señal eléctrica. Para la conversión de señales electroacústicas, la unidad sensora 20 conocida puede tener un material piezocerámico, un microsistema o un dispositivo de medición óptica, como un láser. Para realizar un dispositivo de monitorización rentable, el transductor 20 puede estar al potencial eléctrico del hilo de contacto 11. De este modo puede prescindirse de una capa de acoplamiento eléctricamente aislante entre el eje de giro 37 y el transductor 20, de forma que las ondas elásticas del ruido estructural puedan acoplarse sin atenuación a través de una capa de material de este tipo en el transductor 20.

25 Conforme a la FIG 1, los dispositivos de re-tensionado 30 están provistos por ambos extremos del hilo de contacto 11 de transductores electroacústicos 21 y/o 22. De este modo se detectan señales eléctricas S_1 y/o S_2 , que se remontan al mismo evento perjudicial, en dos posiciones diferentes en la catenaria 10. Las señales acústicas subyacentes recorren además diferentes caminos desde el lugar del evento perjudicial hasta la respectiva posición del transductor, para lo cual requieren diferentes plazos. En una unidad de evaluación no representada se analizan las señales eléctricas S_1 y/o S_2 de los transductores 21 y/o 22 y se determinan por medio de un análisis de tiempo de ejecución de la localización del evento perjudicial en la catenaria 10. La evaluación se basa en el procedimiento de corte hiperbólico, donde los plazos acústicos se desplazan en el rango de 0,2 ms por metro de longitud de cable, de forma que se puedan lograr localizaciones con una precisión de 100 m a través de una electrónica económica de transductores y evaluación a una velocidad de muestreo de aproximadamente 1 ms.

35 El dispositivo de monitorización comprende medios de comunicación no representados para la transmisión inalámbrica de señales de un transductor 21 y/o 22 a la unidad de evaluación. Los transductores 21 y/o 22 pueden estar configurados además como unidades sensoras energéticamente autosuficientes económicas, que se alimenten de luz ambiental mediante células solares. La inteligencia de comunicación y tratamiento previo está alojada además en un microcontrolador del nodo de radio. Sólo tienen que transmitirse estados de alto interés, quizás temporizador de control, diagnósticos de sensor, así como ocurrencia, frecuencia y fuerza de un evento, lo que permite un funcionamiento energéticamente eficiente. En una red de transductores electroacústicos 21 y/o 22 con correlación cruzada entre dos nodos de radio puede, por ejemplo, un transductor 21 estar conectado a una temporización absoluta del dispositivo de evaluación, mientras que el transductor 22 retirado, que se comunica por radio, detecta las señales eléctricas S_2 en ciertos momentos de disparo y las transmite.

45 Si en la catenaria 10 hubiera dispuesto entre la rueda tensora 31 y el hilo de contacto 11 un aislante eléctrico, que aquí no se representa, éste estaría equipado con un núcleo aislante acústicamente conductor. Para mantener la atenuación de la señal acústica lo más pequeña posible, se utilizan aislantes con varillas de fibra de vidrio recubiertas de silicona. El núcleo de fibra de vidrio relativamente frágil no tiene demasiada atenuación acústica. Debido a la buena conductividad acústica de las catenarias 10 conocidas, los transductores electroacústicos 23 y/o 24 pueden estar también conectados a los dispositivos de re-tensionado 30 para el cable de soporte 12, pues las ondas acústicas desencadenadas por un evento perjudicial B en el hilo de contacto 11 también son transportadas por el cable de soporte 12. En el cable de soporte 12 puede haber una menor atenuación para ondas acústicas que en el hilo de contacto 11, de forma que esta distribución sea muy ventajosa para una transmisión de señales a largas distancias.

55 La FIG 3 muestra ejemplarmente una evolución de las amplitudes de señal s de en una unidad de evaluación a analizar señales S_1 , S_2 , S_3 , S_4 a lo largo del tiempo t . Además de los tiempos de tránsito y sus diferencias para la localización de un evento perjudicial, las señales pueden evaluarse por medio de análisis de frecuencia para clasificar el acontecimiento perjudicial.

5 En conjunto, la invención se ajusta con beneficio el principio de análisis de emisión acústica para la detección y localización de eventos de daño acústico al circular un vehículo motor eléctrico, que, por ejemplo, tenga un colector de corriente desproporcionadamente desgastado o pase por encima de zonas dañadas en el hilo de contacto. Sin embargo, pueden detectarse también daños progresivos causados por la formación de defectos en la catenaria 10 mediante formación de un arco o un rayo.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de monitorización para una catenaria (10) de una línea aérea de contacto con un hilo de contacto (11), sujeto por un cable de soporte (12), para suministrar energía a un vehículo motor eléctrico, comprendiendo al menos una unidad sensora para detectar una señal desencadenada por un evento perjudicial (B) en la catenaria (10), particularmente en el hilo de contacto (11), unidad sensora que está conectada estacionariamente con la línea aérea de contacto, y una unidad de evaluación para analizar la señal, donde la, al menos una, unidad sensora está diseñada como transductor electroacústico (20, 21, 22, 23, 24), que está acoplado acústicamente al hilo de contacto (11), para convertir una señal acústica originada por un evento perjudicial (B) en una señal eléctrica (S₁, S₂, S₃, S₄), caracterizado porque al menos un transductor (20, 21, 22, 23, 24) está acoplado a través de un dispositivo de re-
10 tensionado (30) de la catenaria (10) al hilo de contacto (11).
- 15 2. Dispositivo de monitorización según la reivindicación 1, donde el dispositivo de re-tensionado (30) presenta al menos una rueda tensora (31), alrededor de la que están arrollados un cable de tensado (34) conectado con el hilo de contacto (11) y/o con el cable de soporte (12) y, en sentido contrario, un cable de peso (36) conectado con pesos de tensado (35), y el, al menos un, transductor (20, 21, 22, 23, 24) está acoplado a través de un eje de giro (37) de la, al menos una, rueda tensora (31) al hilo de contacto (11).
3. Dispositivo de monitorización según la reivindicación 2, donde en la catenaria (10) entre la rueda tensora (31) y el hilo de contacto (11) hay dispuesto un aislante eléctrico, que presenta un núcleo aislante conductor acústico.
4. Dispositivo de monitorización según la reivindicación 2, donde el transductor (20, 21, 22, 23, 24) está conectado a través de un medio de acoplamiento eléctricamente aislante con el eje de giro (37).
- 20 5. Dispositivo de monitorización según una de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo medios de comunicación para la transmisión inalámbrica de señales desde el, al menos un, transductor (20, 21, 22, 23, 24) a la unidad de evaluación.
- 25 6. Dispositivo de monitorización según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde al menos dos transductores (20, 21, 22, 23, 24) están acoplados en determinadas posiciones acústicamente con la catenaria (10) y el dispositivo de evaluación está configurado para localizar el evento perjudicial (B) a partir de las posiciones de los transductores (20, 21, 22, 23, 24) en la catenaria (10) y de una diferencia de tiempos de propagación medida de ambas señales acústicas (S₁, S₂, S₃, S₄) recibidas por los transductores (20, 21, 22, 23, 24).
- 30 7. Dispositivo de monitorización según una de las reivindicaciones 1 a 6, donde el dispositivo de evaluación está configurado para, por medio de un análisis de señales de las señales acústicas (S₁, S₂, S₃, S₄) recibidas, clasificar el evento perjudicial (B).

FIG 1

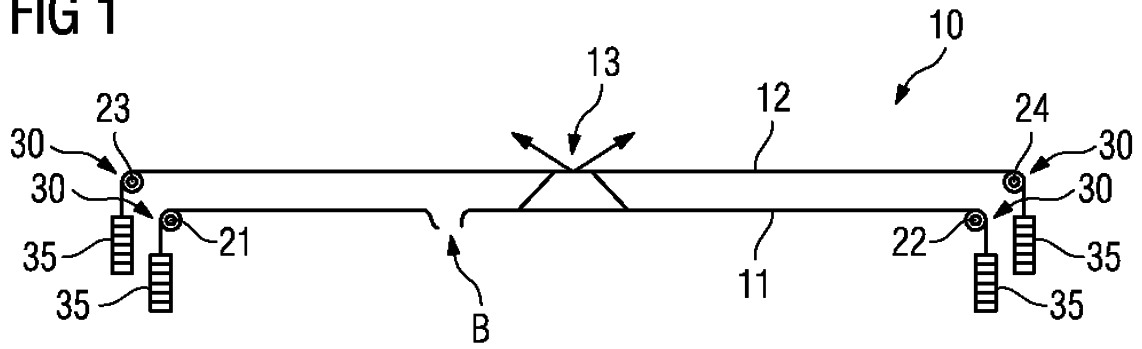


FIG 2

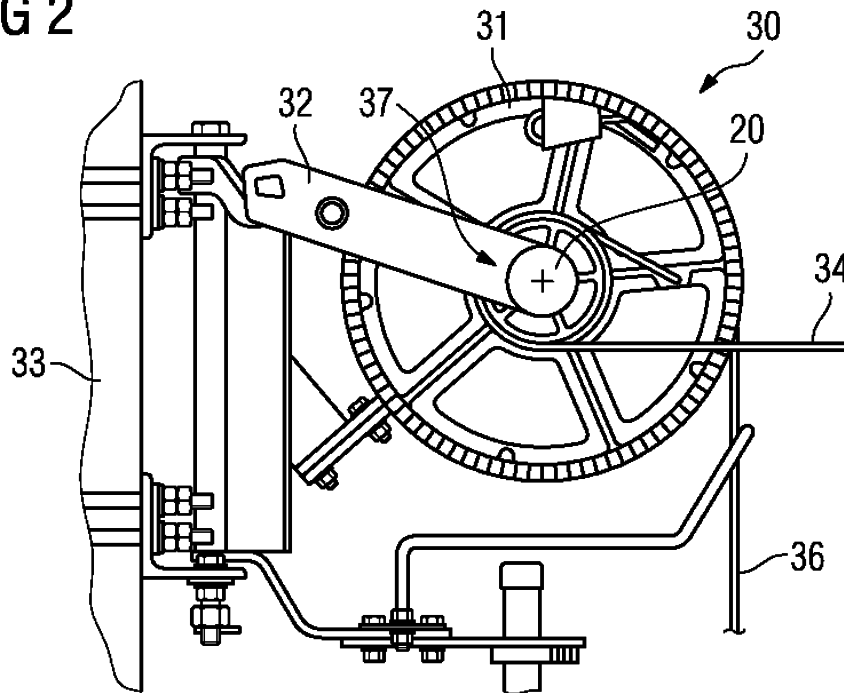


FIG 3

