

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 014**

51 Int. Cl.:

B60M 1/26 (2006.01)

H02G 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2022** **E 22196096 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2024** **EP 4151461**

54 Título: **Sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable con la ayuda de bimetales**

30 Prioridad:

20.09.2021 FR 2109844

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

25.11.2024

73 Titular/es:

**SNCF RESEAU (100.0%)
15-17 Rue Jean-Philippe Rameau
93200 Saint-Denis, FR**

72 Inventor/es:

LOYER-POLLASTRI, ANDRÉA

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 989 014 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

Sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable con la ayuda de bimetales

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se refiere a un sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable y, en particular, de un cable de una catenaria en infraestructuras ferroviarias. La invención se extiende también a un cable de una catenaria ferroviaria que comprende dicho sistema de compensación.

10

Antecedentes tecnológicos

Las catenarias están constituidas principalmente por cuatro componentes, entre los que se encuentran las estructuras, los armazones, los hilos de contacto y los cables portantes. Las estructuras comprenden los soportes, los postes y los pórticos que sirven para llevar el conjunto de la catenaria. La catenaria comprende, en particular, un armazón, generalmente un cable de carga, un cable auxiliar, un cable conductor llamado hilo de contacto que permite el contacto con el pantógrafo para el guiado mecánico y el enrutamiento de la corriente, un conjunto de cables verticales tensados entre el cable de carga, el cable auxiliar y el hilo de contacto para garantizar la linealidad de este último. El armazón de la catenaria comprende generalmente una consola que soporta la catenaria, un tirante de consola que sirve más particularmente para ajustar la altura, un dispositivo antibalaceo unido al cable de carga auxiliar y que está destinado a evitar cualquier inclinación de la catenaria, con este dispositivo antibalaceo que está terminado por un brazo de retorno unido al hilo de contacto.

15

20

25

Por razones de implementación y de mantenimiento de la geometría, la catenaria se divide en "tramos de instalación" que corresponden a una sección sobre la que los conductores están ininterrumpidos. Con el fin de controlar la geometría, en particular la altura del plano de contacto y la calidad de la captación, se pueden compensar los efectos de la dilatación térmica de los conductores mediante un sistema de regularización.

30

Una solución conocida para paliar este problema de dilatación térmica consiste en instalar dispositivos en los extremos de los tramos que tiran de los conductores, y permiten así garantizar una constancia de la tensión mecánica y, por lo tanto, de la geometría. Estos dispositivos pueden ser cabrestantes o poleas a los que se une un contrapeso, para asegurar una tensión constante, como por ejemplo el dispositivo Tensorex® de Pfisterer.

35

Uno de los inconvenientes de esta solución es la instalación de estos sistemas en los extremos de los tramos que imponen una rotación alrededor del sistema. La longitud del cable a enrollar equivale a la distancia al punto fijo multiplicada por el coeficiente de dilatación térmica del cable y multiplicada por el delta de temperatura.

40

En general, en las catenarias clásicas de 1500V, los hilos de contacto están regularizados, es decir, se compensa la dilatación térmica, y los cables de soporte no están regularizados. Por lo tanto, la geometría varía significativamente donde la temperatura.

45

Otra solución conocida para paliar este problema es reanudar manualmente la tensión del cable de carga del dispositivo. Se trata de un dispositivo que se coloca en el alcance de una catenaria y que permite, con ayuda de un tornillo, aumentar la tensión mecánica ejerciendo una flexión de tres puntos sobre el cable de carga.

50

Otro inconveniente de las soluciones anteriores también radica en las limitaciones necesarias para garantizar este ajuste de la tensión. Dicho de otro modo, estas soluciones implican un desplazamiento longitudinal del cable de carga a lo largo de toda la longitud del tramo. Por ejemplo, para un semitramo de 750 metros, es necesario prever un desplazamiento debido a la dilatación del cable donde la temperatura de unos 90 centímetros. Además, las cadenas de suspensión del cable de carga no permiten dicho desplazamiento. Por ello, una regularización de los cables, en particular los de carga, requeriría importantes modificaciones de las instalaciones existentes.

55

El documento SU 754 541 A1 divulga un sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable de alta tensión con un dispositivo de dos lamas. Los documentos DE 28 34 898 A1, CH 346 583 A y DE 419 443 C divulgan sistemas de compensación de la dilatación térmica de cables de una catenaria ferroviaria que utilizan muelles o pistones llenos de un líquido.

60

Los inventores han intentado proponer una solución alternativa para asegurar el mantenimiento de una tensión mecánica constante o no en un cable y que pueda equipar un cable de tipo catenaria en las infraestructuras ferroviarias o de tipo cable eléctrico utilizado en las infraestructuras energéticas (líneas de alta tensión, por ejemplo), sin dificultades, y sin necesidad de la sustitución de estos cables.

65

Objetivos de la invención

La invención tiene como objetivo proporcionar un sistema de compensación de la dilatación térmica que palie al menos algunos de los inconvenientes de los dispositivos conocidos.

5 La invención tiene como objetivo, en particular, proporcionar, al menos en una realización de la invención, un sistema de compensación que pueda montarse en un cable conductor o no.

10 La invención también tiene como objetivo proporcionar, al menos en una realización de la invención, un sistema de compensación que pueda montarse en un cable de catenaria sin necesidad de reemplazar la estructura de la catenaria existente.

La invención también tiene como objetivo proporcionar, al menos en una realización de la invención, un sistema de compensación que permita una regularización del cable equipado con dicho dispositivo.

15 La invención también tiene como objetivo proporcionar, al menos en una realización de la invención, un sistema de compensación que ahorra espacio y es ligero.

20 La invención también se refiere a un cable de carga principal de una catenaria equipado con dicho sistema de compensación para permitir además una regularización del cable de carga.

La invención también tiene como objetivo proporcionar, al menos en una realización de la invención, un sistema de compensación que permita desempeñar el papel de aislante de sección, es decir, que permita un corte eléctrico de la catenaria.

25 **Exposición de la invención**

Para ello, la invención se refiere a un sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable principal que comprende un sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable principal que comprende una primera parte de cable principal y una segunda parte de cable principal, ambas que se extienden en una dirección, llamada dirección longitudinal, y dispuestas entre dos puntos de fijación distintos, estando dicha primera y segunda parte de cable principal conectadas respectivamente a un punto de fijación, estando dicho sistema de compensación caracterizado porque comprende un eje de tracción que se extiende de manera sustancialmente paralela a la dirección longitudinal, un primer dispositivo de tensión conectado por una parte a dicha primera porción de cable principal y por otra parte al eje de tracción, y un segundo dispositivo de tensión conectado por una parte a la segunda porción de cable principal y por otra parte al eje de tracción, comprendiendo cada dispositivo de tensión:

- un medio de fijación al cable principal;
- al menos dos cremalleras, dispuestas a ambos lados del eje de tracción y sustancialmente paralelas entre sí en posición nominal, conectadas cada una por medio de fijación por al menos un brazo de tracción;
- 40 - al menos un bimetálico que comprende dos lamina formadas en materiales que presentan coeficientes de dilatación térmica diferentes, con los extremos de cada bimetálico que están conectados a cada una de las cremalleras y una porción sensiblemente central del bimetálico que está conectada al eje de tracción, el bimetálico que está configurado para presentar una curvatura variable donde la temperatura del bimetálico, de modo que ejerce una fuerza de tracción variable entre el eje de tracción y la cremallera donde la temperatura,

45 y porque cada bimetálico de uno de los dispositivos de tensión está orientado de manera que la fuerza de tracción ejercida por dicho dispositivo de tensión sobre el eje de tracción está orientada en un sentido opuesto a la fuerza de tracción ejercida por el otro dispositivo de tensión sobre el eje de tracción cuando se somete a la misma temperatura.

50 Por lo tanto, un sistema de compensación según la invención permite compensar la dilatación térmica de un cable principal. En todo el texto, se designa por los términos "cable principal" un cable que puede ser de carga, como por ejemplo un cable de carga principal o un cable de carga auxiliar de una catenaria, o bien un cable no de carga; un cable conductor, como un hilo de contacto, por ejemplo, de una catenaria o de una infraestructura energética, o bien no conductor. El sistema de compensación comprende al menos un eje de tracción que permite conectar el dispositivo de ajuste al cable principal.

60 El sistema de compensación según la invención está unido mecánicamente al cable principal y no requiere la sustitución del cable preexistente y se instala directamente en el cable existente.

Un sistema de compensación según la invención permite ajustar la tensión mecánica del cable principal cuando este último sufre una dilatación térmica debido a las variaciones de temperatura. Así, el sistema de compensación se puede añadir a un cable de una infraestructura existente para permitir la regulación de la tensión mecánica del cable principal según la variación de las temperaturas.

65 Cada bimetálico del sistema presenta una variación de curvatura donde la temperatura configurada para compensar la

dilatación térmica del cable principal. En particular, cada bimetel tiene una curvatura que aumenta cuando aumenta la temperatura, gracias a la presencia de dos lamas con coeficientes de dilatación térmica diferentes, una primera lama y una segunda lama. La curvatura aumentada de cada bimetel aplica una tensión mecánica entre el eje de tracción y las cremalleras a las que está unido que permite compensar la dilatación térmica del cable principal. Debido a esta tensión mecánica, las cremalleras se desplazan con respecto al eje de tracción y ejercen un esfuerzo de tracción sobre el cable principal a través de los brazos de tracción que transmiten este esfuerzo de tracción. Dado que la curvatura de los bimetales está influenciada por las variaciones de la temperatura, compensan automáticamente la dilatación térmica del cable principal debido a estas mismas variaciones de temperatura. Por lo tanto, los desplazamientos están controlados por la temperatura a través del o de los bimetales.

El o los bimetales de cada dispositivo de tensión están configurados para ejercer una fuerza mecánica sobre el eje de tracción opuesto al otro dispositivo de tensión. Así, los dos dispositivos de tensión ejercen una fuerza opuesta sobre el eje de tracción, lo que permite a los dispositivos de tensión ejercer cada una de las fuerzas opuestas sobre el cable principal.

La curvatura κ de los bimetales se expresa según la fórmula siguiente:

[Mat. 1]

$$\kappa = \frac{6E_1E_2(h_1 + h_2)h_1h_2\varepsilon}{E_1^2h_1^4 + 4E_1E_2h_1^3h_2 + 6E_1E_2h_1^2h_2^2 + 4E_1E_2h_2^3h_1 + E_2^2h_2^4}$$

Con E_1 que es el módulo de Young del material de la primera lama, E_2 el módulo de Young del material de la segunda lama, h_1 el espesor de la primera lama, h_2 el espesor de la segunda lama, y ε el producto de la diferencia de temperatura por la diferencia del coeficiente de dilatación entre los dos materiales. La diferencia de temperatura se define como la diferencia entre la temperatura a la que se somete el bimetel y una temperatura de referencia del bimetel en reposo, por ejemplo, la temperatura a la que las dos lamas del bimetel tienen la misma longitud y, por lo tanto, el bimetel está recto. La temperatura de referencia también puede ser una temperatura a la que el bimetel presenta una curvatura que compensa la tensión mecánica a una temperatura media dentro del intervalo de temperaturas que el sistema de compensación intenta compensar.

Por lo tanto, los bimetales están configurados para presentar una posición de reposo a la temperatura de referencia y una posición de esfuerzo cuando aparece una diferencia de temperatura con la temperatura de referencia. Los bimetales de los dos dispositivos de tensión son preferentemente idénticos, con una orientación diferente para cada dispositivo de tensión, lo que permite obtener dos fuerzas de tracción opuestas que compensan la dilatación del cable principal.

El radio r de curvatura es igual a la inversa de la curvatura y permite calcular la flecha f de cada bimetel según la fórmula siguiente:

[Mat. 2]

$$f = r - (r^2 - l^2)^{1/2}$$

Con l que es la semilongitud del bimetel, es decir, la mitad de la longitud total del bimetel. La flecha de cada bimetel permite conocer el desplazamiento relativo que puede compensar el bimetel a una temperatura determinada.

El sistema de compensación según la invención tiene como objetivo compensar la dilatación térmica del cable principal. La dilatación térmica provoca un desplazamiento "d" a recuperar proporcional a la longitud "a" del alcance, en una amplitud "R" de temperatura objetivo de la invención, donde el coeficiente "α" de dilatación del material donde está formado el cable principal, generalmente de cobre. La fórmula es la siguiente:

[Mat. 3]

$$d = a * R * \alpha$$

En la práctica, en un contexto de instalación ferroviaria clásica, por ejemplo, de la red ferroviaria francesa, la longitud "a" del alcance es generalmente del orden de veinte a cincuenta y cuatro metros, la amplitud "R" de temperatura es del orden de algunas decenas de grados Celsius, y el coeficiente "α" de dilatación del cobre es igual a $17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. El desplazamiento a compensar es, por tanto, del orden de uno a diez centímetros, generalmente de uno a cinco centímetros. Por lo tanto, el objetivo es que la flecha del bimetel esté cerca del desplazamiento a compensar.

- 5 Los bimetales permiten la recuperación de tensión del cable principal sin necesidad de intervención de un operador cuando el ajuste es manual y sin necesidad de cambio completo del sistema de cable. Por lo tanto, este sistema de compensación ahorra tiempo toda vez que ofrece una solución que ahorra espacio adaptable a cualquier tipo de cable e infraestructura.
- 10 Preferentemente, este sistema de compensación está especialmente bien adaptado para los cables conductores de un sistema de catenaria, pudiendo adaptarse a un cable continuo o bien cortando el cable o el hilo para instalar el sistema. La instalación manteniendo el cable continuo es más robusta, mientras que la que corta el cable permite formar un aislante de sección mediante la introducción de una separación eléctrica entre las dos partes del cable principal o del hilo de contacto.
- 15 La invención permite asegurar una tensión mecánica en caso de eventual dilatación del cable principal y el sistema de compensación no necesita un enganche fijo sobre un soporte correspondiente a un punto de fijación formado, por ejemplo, en el caso de una catenaria por un poste.
- 20 Además, el sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable según la invención permite un ajuste de la tensión mecánica del cable principal que se libera de la intervención de un operador. El eje de tracción permite sostener el cable principal por medio del sistema de compensación durante la dilatación térmica del cable principal.
- 25 La invención permite además compensar la dilatación térmica de un cable sin necesidad de grandes modificaciones y adaptaciones de las infraestructuras existentes.
- 30 Ventajosamente y según la invención, el dispositivo de tensión comprende una pluralidad de bimetales, configurados para presentar el mismo radio de curvatura donde la temperatura del bimetel.
- 35 Según este aspecto de la invención, los bimetales forman una red de bimetel, en cada uno de los dispositivos de tensión, adaptándose el número de bimetales donde la sollicitación mecánica de cada bimetel, en particular cuando su flexión es máxima en el intervalo de temperatura considerado, teniendo en cuenta un margen de seguridad necesario según los usos. El cálculo del número de bimetales necesarios puede realizarse mediante el cálculo de la resistencia de los materiales donde la sollicitación en flexión de cada bimetel, o bien mediante ensayos experimentales para determinar la carga que provoca la ruptura del bimetel.
- 40 Preferentemente, el número de bimetales en cada dispositivo de tensión está comprendido entre 5 y 30 para una aplicación de un sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable principal ferroviario.
- 45 La longitud de las cremalleras se determina según el número de bimetales en cada dispositivo de tensión y de la curvatura de los bimetales en el intervalo de temperatura considerado durante el uso del sistema de compensación.
- 50 Ventajosamente y según la invención, cada bimetel comprende una primera lama formada por una aleación de hierro y níquel que comprende del orden del 36 % de níquel y el 64 % de hierro, y una segunda lama formada por cobre.
- 55 Según este aspecto de la invención, la aleación de hierro y de níquel en las proporciones 64 %-36 % presenta un coeficiente de dilatación térmica débil particularmente adaptado al uso para un bimetel. El cobre se utiliza porque tiene un coeficiente de dilatación más alto que la aleación de hierro y níquel. La aleación de hierro y níquel en las proporciones descritas es más conocida por el nombre de Invar®, en particular Invar 36®.
- 60 Ventajosamente y según la invención, cada bimetel comprende un pliegue dispuesto sensiblemente en su parte central.
- 65 Según este aspecto de la invención, el pliegue de los bimetales permite disminuir la compensación total del sistema de compensación, en particular disminuyendo el desplazamiento de las cremalleras con respecto al eje de tracción. El uso de bimetales con pliegue permite, con los mismos parámetros termomecánicos, adaptarse a alcances de cables más pequeños.
- Ventajosamente y según la invención, cada bimetel comprende un orificio dispuesto sensiblemente en la parte central y configurado para recibir el eje de tracción.
- Según este aspecto de la invención, cada bimetel está conectado al eje de tracción por el orificio y puede transmitir la fuerza de tracción.
- Ventajosamente y según la invención, cada brazo de tracción está conectado por un eslabón pivotante a los medios de fijación y por un eslabón pivotante a la cremallera.
- Según este aspecto de la invención, los eslabones pivotantes evitan el embridado del mecanismo y permiten el desplazamiento necesario para la compensación de la dilatación.

Ventajosamente y según la invención, al menos un dispositivo de tensión comprende una cubierta de protección, conectada a la cremallera del dispositivo de tensión y que se extiende frente a una cremallera del otro dispositivo de tensión del sistema de compensación.

5 Según este aspecto de la invención, la cubierta de protección se utiliza especialmente cuando el dispositivo se utiliza sobre un hilo de contacto (conductor en contacto con el pantógrafo). En este uso, el conductor se interrumpe debajo del dispositivo y la cubierta protectora se utiliza para garantizar la guía adecuada del pantógrafo debajo del dispositivo para proteger tanto el dispositivo como el pantógrafo, lo que permite el uso en un hilo de contacto sin que colisione con el pantógrafo o cualquier otro objeto que se deslice de forma guiada sobre el hilo de contacto.

10 La invención se refiere también a un cable de catenaria equipado con un sistema de compensación de la dilatación térmica según la invención, configurado para compensar la dilatación térmica de dicho cable de catenaria dispuesto entre dos puntos de fijación distintos formados por postes.

15 La invención se refiere de manera ventajosa a un cable o hilo conductor de catenaria equipado con un sistema de compensación de la dilatación térmica según la invención, configurado para compensar la dilatación térmica de dicho cable conductor dispuesto entre dos puntos de fijación distintos.

20 Las ventajas y efectos técnicos del sistema de compensación según la invención se aplican con las modificaciones pertinentes a un cable de catenaria equipado con un sistema de compensación según la invención y a un cable conductor de catenaria equipado con un sistema de compensación según la invención.

25 La invención se refiere también a un sistema de compensación y un cable de catenaria equipado con un sistema de compensación según la invención, caracterizados en combinación por todas o algunas de las características mencionadas anteriormente o a continuación.

Lista de figuras

30 Otros objetivos, características y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de la siguiente descripción proporcionada únicamente a título no limitativo y que se refiere a las figuras adjuntas donde:

La [Fig. 1a] es una vista esquemática de la parte superior de un sistema de compensación en posición sobre un cable principal, según una primera realización de la invención,

35 La [Fig. 1b] es una vista esquemática lateral de un sistema de compensación en posición en un cable principal, según la primera realización de la invención,

La [Fig. 2a] es una vista esquemática de la parte superior de un sistema de compensación en posición sobre un cable principal, según una segunda realización de la invención,

40 La [Fig. 2b] es una vista esquemática lateral de un sistema de compensación en posición sobre un cable principal, según la segunda realización de la invención,

La [Fig. 3a] es una vista esquemática lateral de una primera realización de un bimetálico de un sistema de compensación,

45 La [Fig. 3b] es una vista esquemática de frente de la primera realización de un bimetálico de un sistema de compensación,

La [Fig. 4a] es una vista esquemática de lado de una segunda realización de un bimetálico de un sistema de compensación,

La [Fig. 4b] es una vista esquemática de frente de la segunda realización de un bimetálico de un sistema de compensación, según una segunda realización de la invención,

50 La [Fig. 5a] es una vista esquemática de la parte superior del funcionamiento de un sistema de compensación que comprende la primera realización del bimetálico.

La [Fig. 5b] es una vista esquemática de la parte superior del funcionamiento de un sistema de compensación que comprende la segunda realización del bimetálico.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

55 En las figuras, las escalas y proporciones no se respetan estrictamente a efectos de ilustración y claridad. En toda la descripción detallada que sigue con referencia a las figuras, a menos que se indique lo contrario, cada elemento del sistema de compensación se describe tal como está dispuesto cuando se fija en las proximidades de un cable principal con una catenaria conectada entre dos postes que forman los puntos de fijación, con los puntos de fijación que delimitan así un alcance. Además, los elementos idénticos, similares o análogos se designan con las mismas referencias en todas las figuras.

60 Las figuras 1a y 1b representan esquemáticamente un sistema 10A de compensación en posición sobre un cable principal, según una primera realización de la invención, respectivamente en vista superior y lateral.

65 Las figuras 2a y 2b representan esquemáticamente un sistema 10b de compensación en posición sobre un cable

principal, en particular un cable conductor de corriente o un hilo de contacto, según una segunda realización de la invención, respectivamente en vista superior y lateral.

En las dos realizaciones representadas, los sistemas 10a, 10b de compensación se instalan en un cable 12 principal que puede ser, por ejemplo, un cable de carga de catenaria, un hilo de contacto o un cable conductor de corriente. Solo se representa una parte del cable 12 principal, y en la figura 1a, vista desde arriba, la parte del cable principal dispuesta debajo del sistema de compensación se muestra punteada para mayor claridad. El cable 12 principal está conectado a los puntos de conexión (no visibles) y la línea que conecta los dos puntos de conexión del cable 12 principal forma una dirección longitudinal según la cual se extiende sustancialmente el cable principal, sujeto a la acción de la gravedad y la expansión térmica. La curvatura del cable principal representada tiene un propósito ilustrativo y no es necesariamente representativa de la curvatura de un cable principal real.

El sistema de compensación comprende un eje 14 de tracción y dos dispositivos de tensión, un primer dispositivo 16a de tensión unido por una parte al cable 12 principal por un primer medio 18a de fijación a nivel de una primera porción 120a del cable principal y por otra parte al eje 14 de tracción, y un segundo dispositivo 16b de tensión unido por una parte al cable 12 principal por un segundo medio 18b de fijación a nivel de una segunda porción 120b del cable principal y por otra parte al eje 14 de tracción. Según la realización representada en la figura 2a, el cable principal es discontinuo entre la primera porción 120a del cable principal y la segunda porción 120b del cable principal. Si el cable principal es un cable conductor, el sistema de compensación puede desempeñar así un papel de aislante de sección.

El primer dispositivo 16a de tensión comprende dos cremalleras, una primera cremallera 20a y una segunda cremallera 22a, dispuestas a una y otra parte del eje 14 de tracción y sustancialmente paralelas entre sí en posición nominal. Cada cremallera comprende al menos una, en este caso seis fijaciones 28a para la primera cremallera 20a y seis fijaciones 30a para la cremallera 22a que permiten recibir al menos un, en este caso seis bimetales 32a.

El segundo dispositivo 16b de tensión comprende dos cremalleras, una primera cremallera 20b y una segunda cremallera 22b, dispuestas a una y otra parte del eje 14 de tracción y sustancialmente paralelas entre sí en posición nominal. Cada cremallera comprende al menos una, en este caso seis fijaciones 28b para la primera cremallera 20b y seis fijaciones 30b para la cremallera 22b que permiten recibir al menos un, en este caso seis bimetales 32b. Las diferentes piezas de cada dispositivo de tensión están diseñadas para ser ensambladas entre sí por uniones simples de tipo pivotante con un eje y un orificio, y están bloqueadas por un pasador o cualquier otro dispositivo de seguridad. En la segunda realización de la invención, los dispositivos de tensión comprenden cada uno una cubierta 34a, 34b de protección conectada a la cremallera del dispositivo de tensión y que se extiende frente a una cremallera del otro dispositivo de tensión del sistema de compensación.

Los bimetales 32a y 32b de cada dispositivo de tensión comprenden dos laminas formadas en materiales que presentan coeficientes de dilatación térmica diferentes, en particular en estas realizaciones una primera lama de Invar 36® que presenta un bajo coeficiente de dilatación térmica y una segunda lama de cobre que presenta un coeficiente de dilatación térmica más elevado. Los extremos de cada bimetel 32a, 32b están conectados a cada una de las cremalleras y una porción sustancialmente central del bimetel está conectada al eje 14 de tracción, cada bimetel 32a, 32b que está configurado para presentar una curvatura variable donde la temperatura del bimetel, de modo que ejerce una fuerza de tracción variable entre el eje de tracción y la cremallera donde la temperatura. Los bimetales del primer dispositivo 16a de tensión están orientados de manera que la fuerza de tracción ejercida por el primer dispositivo 16a de tensión sobre el eje 14 de tracción está orientada en un sentido opuesto a la fuerza de tracción ejercida por el segundo dispositivo 16b de tensión sobre el eje 14 de tracción cuando está sometido a la misma temperatura. Los bimetales de los dos dispositivos de tensión son preferentemente idénticos, con una orientación diferente. El número de bimetales depende de las tensiones mecánicas que se les apliquen y de su resistencia mecánica. El eje 14 de tracción es, por ejemplo, un eje cilíndrico formado por acero o cobre en los casos en que el sistema de compensación no sirve también como aislante de sección, sino como barra aislante, generalmente de fibra de vidrio recubierta de sílica.

Cada bimetel comprende una parte sensiblemente central, llamada parte central, conectada al eje de tracción. Las porciones del bimetel que se extienden a ambos lados de la parte central tienen longitudes llamadas semilongitud del bimetel comprendidas, por ejemplo, entre dos y diez centímetros. El espesor del bimetel es, por ejemplo, inferior a un milímetro. A modo de ejemplo, una semilongitud de tres centímetros y medio y un espesor del bimetel igual a medio milímetro (un cuarto de milímetro por lama) permiten una compensación de la dilatación térmica de un cable principal para un intervalo de temperatura del orden de 35 °C y un alcance de veinte metros.

Una primera realización de un bimetel 32 se representa respectivamente de frente y de lado en las figuras 3a y 3b y una segunda realización de un bimetel 32' se representa respectivamente de frente y de lado en las figuras 4a y 4b.

En la primera realización del bimetel 32 en posición nominal a la temperatura de referencia, las dos laminas son de longitudes idénticas y, por lo tanto, el bimetel está recto. Un orificio 42 dispuesto en la parte 40 central del bimetel permite recibir el eje de tracción.

En la segunda realización del bimetálico 32' en posición nominal a la temperatura de referencia, las dos laminas son de longitudes idénticas y el bimetálico comprende un pliegue dispuesto 44 en su parte central 40'. Un orificio 42' dispuesto en la parte central 40' del bimetálico permite recibir el eje de tracción.

5 Los bimetálicos según las dos realizaciones incluyen sistemas de enganche a las fijaciones de las cremalleras, en este caso los orificios 46.

10 Las figuras 5a y 5b representan esquemáticamente en vista superior el funcionamiento de un sistema de compensación que comprende respectivamente la primera realización del bimetálico y la segunda realización del bimetálico. Las líneas sólidas representan el sistema de compensación en posición de reposo y las líneas discontinuas representan el sistema de compensación cuando se somete a una diferencia de temperatura con respecto a la temperatura de la posición de reposo.

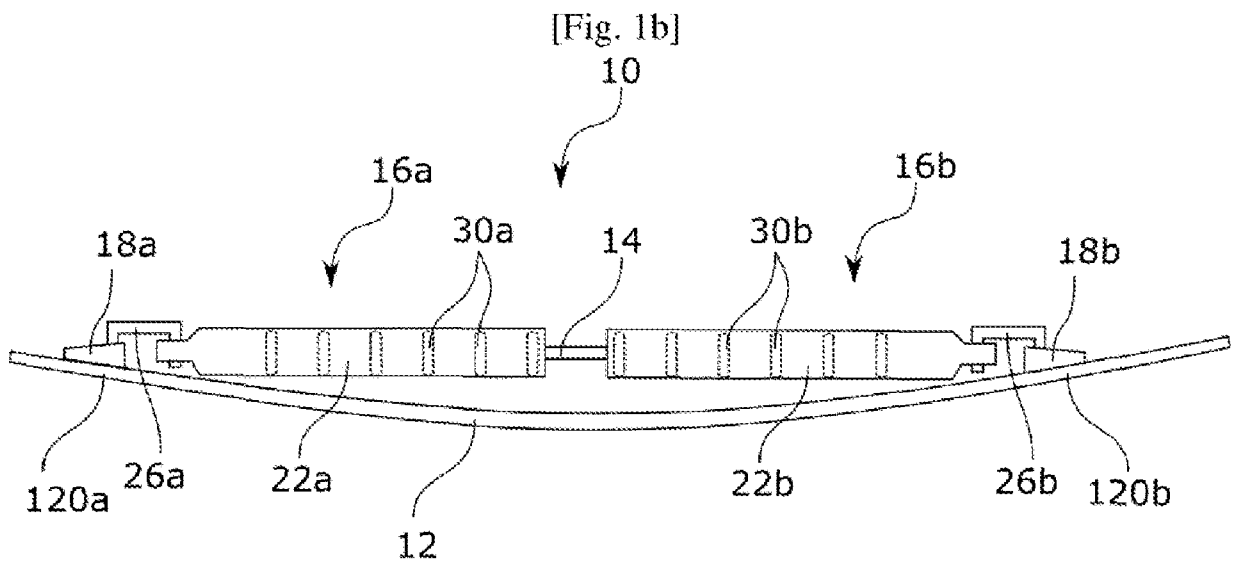
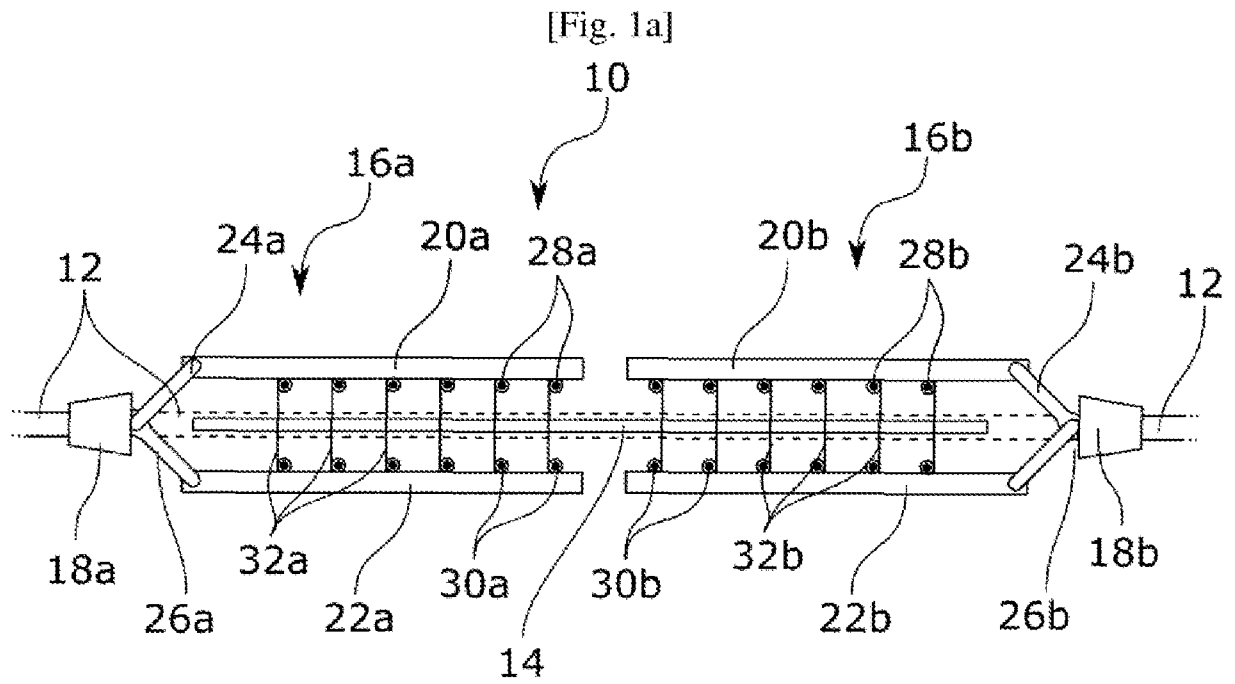
15 En la primera realización del bimetálico, el cambio de temperatura provoca una curvatura del bimetálico 32a del primer dispositivo 16a de tensión y del bimetálico 32b del segundo dispositivo 16b de tensión, ambos conectados al eje 14 de tracción. A continuación, se repercute un esfuerzo de tracción, por una parte, en el primer dispositivo 16a de tensión en las cremalleras 20a y 22a y a continuación en el primer medio 18a de fijación, lo que provoca un primer desplazamiento La al nivel del primer medio 18a de fijación, y por otra parte, por una parte, en el segundo dispositivo 16b de tensión en las cremalleras 20b y 22b y a continuación en el segundo medio 18b de fijación, lo que provoca un segundo desplazamiento Lb al nivel del segundo medio 18a de fijación. Los desplazamientos La y Lb son generalmente iguales si el sistema está equilibrado y permiten compensar el desplazamiento debido a la dilatación térmica del cable principal.

25 En la segunda realización del bimetálico, el cambio de temperatura provoca una curvatura del bimetálico 32'a plegado del primer dispositivo 16a de tensión y del bimetálico 32'b plegado del segundo dispositivo 16b de tensión, ambos conectados al eje 14 de tracción. A continuación, se repercute un esfuerzo de tracción, por una parte, en el primer dispositivo 16a de tensión en las cremalleras 20a y 22a y a continuación en el primer medio 18a de fijación, lo que provoca un primer desplazamiento L'a al nivel del primer medio 18a de fijación, y por otra parte, por una parte, en el segundo dispositivo 16b de tensión en las cremalleras 20b y 22b y a continuación en el segundo medio 18b de fijación, lo que provoca un segundo desplazamiento L'b al nivel del segundo medio 18a de fijación. Los desplazamientos L'a y L'b generalmente son iguales si el sistema está equilibrado y permiten compensar el desplazamiento debido a la dilatación térmica del cable principal. Los desplazamientos con esta segunda realización del bimetálico, llamado bimetálico plegado, son inferiores a los desplazamientos del primer bimetálico, lo que permite compensar un desplazamiento menor con la misma diferencia de temperatura, por ejemplo, para una aplicación sobre un cable principal de alcance más pequeño.

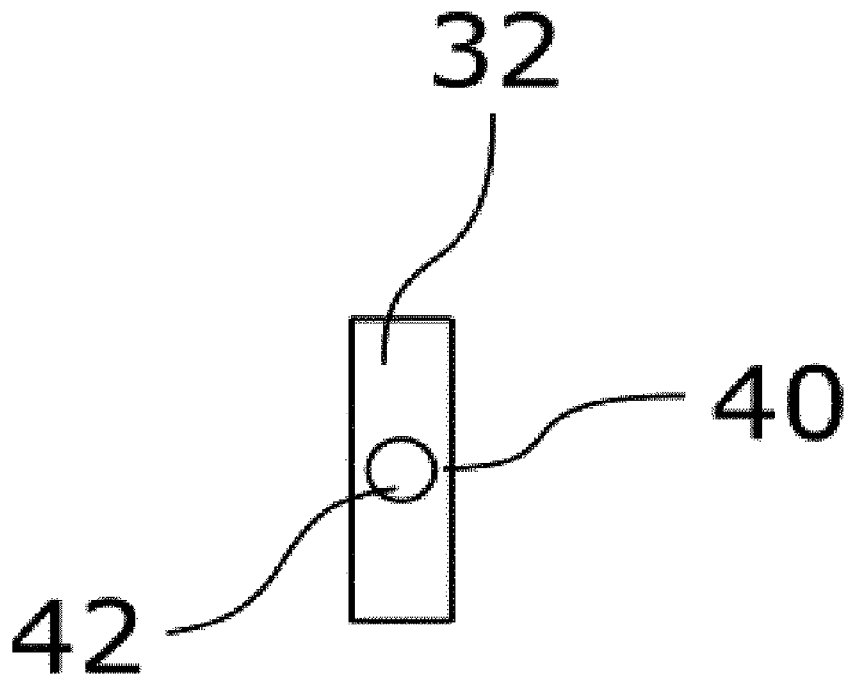
35 El funcionamiento tal como se describe en las figuras 5a y 5b es el mismo cuando cada dispositivo de tensión comprende varios bimetálicos.

REIVINDICACIONES

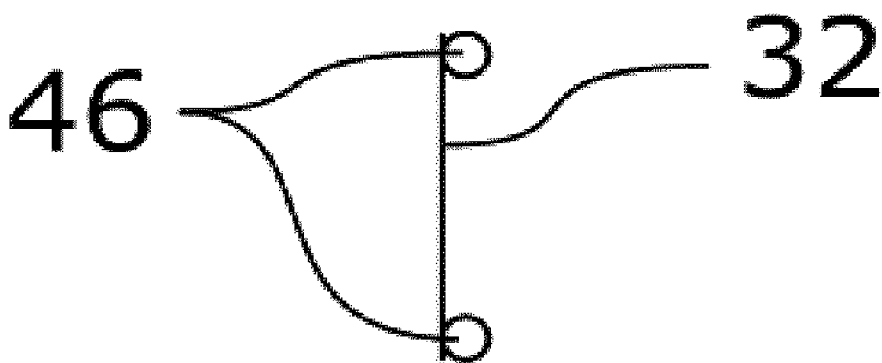
1. Sistema de compensación de la dilatación térmica de un cable (12) principal que comprende una primera parte (120a) de cable principal y una segunda parte (120b) de cable principal, ambas que se extienden en una dirección, llamada dirección longitudinal, y dispuestas entre dos puntos de fijación distintos, estando dicha primera y segunda parte de cable principal conectadas respectivamente a un punto de fijación, estando dicho sistema de compensación **caracterizado porque** comprende un eje de tracción (14) que se extiende de manera sustancialmente paralela a la dirección longitudinal, un primer dispositivo (16a) de tensión conectado por una parte a dicha primera porción (120a) de cable principal y por otra parte al eje (14) de tracción, y un segundo (16b) dispositivo de tensión conectado por una parte a la segunda porción (120b) de cable principal y por otra parte al eje (14) de tracción, comprendiendo cada dispositivo (16a, 16b) de tensión:
- un medio (18a, 18b) de fijación al cable principal;
 - al menos dos cremalleras (20a, 22a; 20b, 22b), dispuestas a ambos lados del eje (14) de tracción y sustancialmente paralelas entre sí en posición nominal, conectadas cada una por medio (18a, 18b) de fijación por al menos un brazo (24a, 26a; 24b, 26b) de tracción;
 - al menos un bimetálico (32a, 32b) que comprende dos laminas formadas en materiales que presentan coeficientes de dilatación térmica diferentes, con los extremos de cada bimetálico que están conectados a cada una de las cremalleras (20a, 22a; 20b, 22b) y una porción sensiblemente central del bimetálico que está conectada al eje (14) de tracción, el bimetálico (32a, 32b) que está configurado para presentar una curvatura variable donde la temperatura del bimetálico, de modo que ejerce una fuerza de tracción variable entre el eje (14) de tracción y la cremallera donde la temperatura,
- y **porque** cada bimetálico (32a, 32b) de uno de los dispositivos (16a, 16b) de tensión está orientado de manera que la fuerza de tracción ejercida por dicho dispositivo (16a, 16b) de tensión sobre el eje de tracción está orientada en un sentido opuesto a la fuerza de tracción ejercida por el otro dispositivo (16a, 16b) de tensión sobre el eje de tracción cuando se somete a la misma temperatura.
2. Sistema de compensación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada dispositivo (16a, 16b) de tensión comprende una pluralidad de bimetálicos (32a, 32b), configurados para presentar el mismo radio de curvatura donde la temperatura del bimetálico.
3. Sistema de compensación según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** cada bimetálico (32a, 32b) comprende una primera lama formada por una aleación de hierro y níquel que comprende del orden del 36 % de níquel y el 64 % de hierro, y una segunda lama formada por cobre.
4. Sistema de compensación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** cada bimetálico (32') comprende un pliegue (44) dispuesto sensiblemente en su parte central.
5. Sistema de compensación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** cada bimetálico (32a, 32b) comprende un orificio dispuesto sensiblemente en la parte central y configurado para recibir el eje (14) de tracción.
6. Sistema de compensación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** cada brazo (24a, 26a; 24b, 26b) de tracción está conectado por un eslabón pivotante al medio (18a, 18b) de fijación y por un eslabón pivotante a la cremallera.
7. Sistema de compensación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** al menos un dispositivo (16a, 16b) de tensión comprende una cubierta (34a, 34b) de protección, conectada a la cremallera (20a, 22a; 20b, 22b) del dispositivo de tensión y que se extiende frente a una cremallera (20a, 22a; 20b, 22b) del otro dispositivo de tensión del sistema de compensación.
8. Cable de catenaria equipado con un sistema (10) de compensación de la dilatación térmica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, configurado para compensar la dilatación térmica de dicho cable de catenaria dispuesto entre dos puntos de fijación distintos formados por postes.



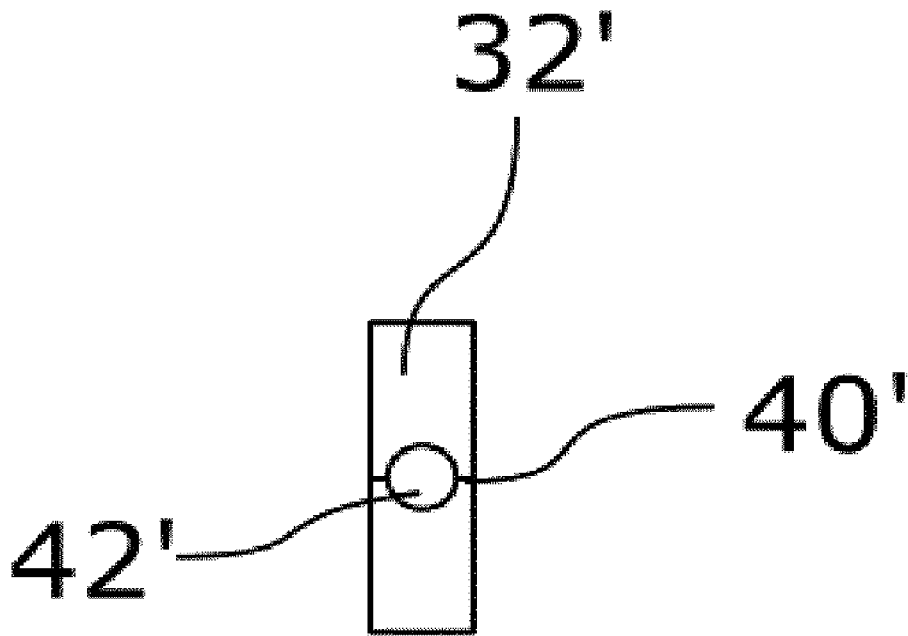
[Fig. 3a]



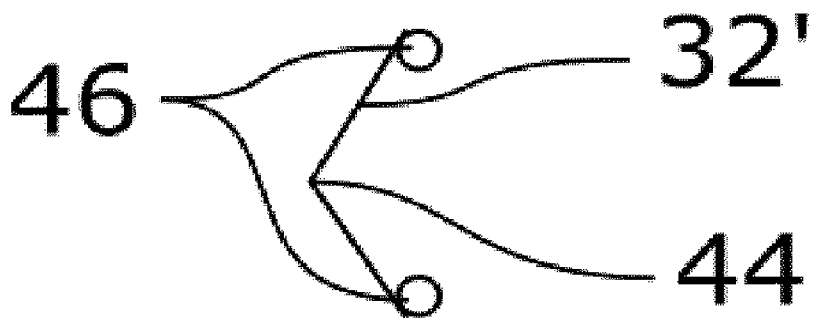
[Fig. 3b]



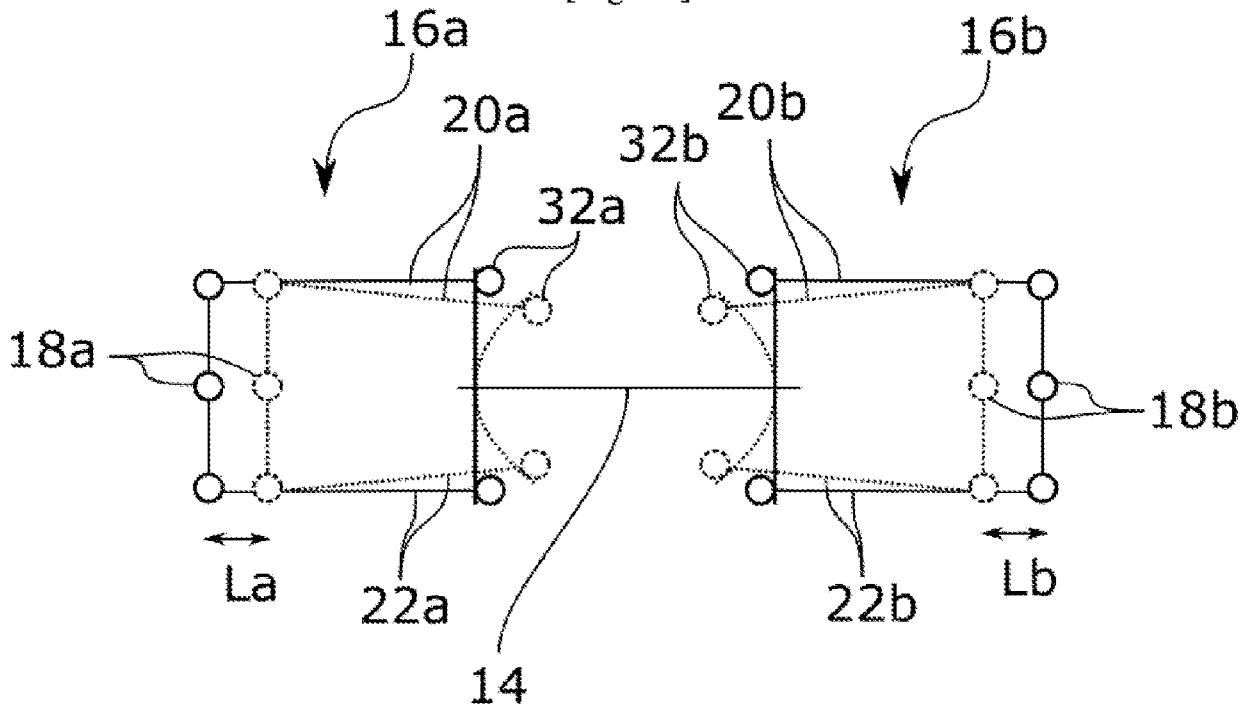
[Fig. 4a]



[Fig. 4b]



[Fig. 5a]



[Fig. 5b]

