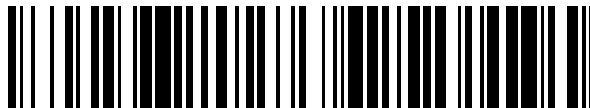


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 754**

51 Int. Cl.:

G01D 5/353 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2014 PCT/EP2014/050300**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14117982**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2014 E 14701304 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2926092**

54 Título: **Medición redundante de la posición de una perturbación en una fibra óptica**

30 Prioridad:

31.01.2013 DE 102013201626

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

13.11.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

EVERS, BERNHARD

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 641 754 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

Medición redundante de la posición de una perturbación en una fibra óptica

La invención se refiere a una disposición para la vigilancia de un dispositivo estructurado linealmente, con un ramal de fibra óptica que se extiende a lo largo del dispositivo estructurado linealmente y que en sus dos extremos está provisto respectivamente de un dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz con un dispositivo de evaluación, emitiendo los dispositivos de evaluación una señal de evento en caso de un evento en el dispositivo estructurado linealmente.

Una disposición de este tipo se describe en la solicitud de patente estadounidense publicada US2011/0242525A1. En esta disposición conocida, un dispositivo estructurado linealmente es por ejemplo una vía ferroviaria o una línea de transmisión de energía eléctrica. Un ramal de fibra óptica que se extiende a lo largo del dispositivo estructurado linealmente presenta dos fibras ópticas que actúan como sensores y que están tendidos paralelamente una respecto a otra. En los extremos opuestos de las dos fibras ópticas está previsto respectivamente un dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz para poder detectar eventos que actúen sobre el dispositivo estructurado linealmente, evaluando retrodifusiones ópticas; a estos dos dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz están asignados sendos dispositivos de evaluación formados respectivamente por un procesador. De esta manera es posible una vigilancia redundante del dispositivo estructurado linealmente, si las dos fibras ópticas están intactas a lo largo de su longitud total. Si las dos fibras ópticas están interrumpidas en el mismo punto, pueden vigilarse sin redundancia una sección del dispositivo estructurado linealmente hasta el punto de interrupción de las fibras ópticas desde un extremo y la sección restante del dispositivo estructurado linealmente desde el otro extremo, respectivamente por medio de una fibra óptica.

La invención tiene el objetivo de realizar una disposición del tipo mencionado al principio, de tal manera que con la misma se pueda vigilar de manera fiable la determinación de funciones relevantes para la seguridad en un dispositivo estructurado linealmente con un ramal de fibra óptica.

Para conseguir este objetivo, según la invención, en la disposición del tipo mencionado anteriormente, los dispositivos de evaluación están realizados de tal manera que en sus salidas emiten como señal de evento una señal de distancia que indica la distancia al lugar del evento, y las salidas de los dispositivos de evaluación están conectados a un elemento sumador común en el que las señales de distancia se suman obteniendo una señal de adición; al elemento sumador está postconectado un dispositivo de comprobación que compara la señal de adición con una señal de referencia y, en caso de una diferencia entre la señal de adición y la señal de distancia de referencia, emite un mensaje de error.

Por la memoria de patente británica 1497995 se conoce una disposición para vigilar un objeto con dos fibras ópticas que se extienden paralelamente entre sí, a las que se emite luz en sentidos contrarios, pero se trata del aseguramiento de un área limitada por las fibras ópticas. La alimentación de la luz se realiza desde un láser a extremos adyacentes de las dos fibras ópticas, en cuyos extremos adyacentes están dispuestos fotodetectores con dispositivos de retardo postconectados; mediante una comparación de fases por medio de un osciloscopio de doble rayo se determina el punto de una perturbación en el margen del área asegurada.

Una ventaja esencial de la disposición según la invención consiste en que con la misma la determinación de funciones relevantes para la seguridad del dispositivo estructurado linealmente se realiza por medio de dos procesos de vigilancia independientes entre sí a través del ramal de fibra óptica de manera sencilla por medio de un elemento sumador para las magnitudes de partida de los procesos de vigilancia bajo la formación de la señal de adición, porque como magnitudes de partida se usan respectivamente señales de distancia que indican la distancia al lugar del evento. Se añade que entonces se necesita ya sólo un dispositivo de comprobación para comparar la señal de adición con la señal de referencia y, dado el caso, generar a partir de ello el mensaje de error. El mensaje de error indica entonces que la disposición según la invención ha detectado una perturbación en la determinación de funciones relevantes para la seguridad del dispositivo estructurado linealmente.

En cuanto a la puesta a disposición de la señal de referencia, la disposición según la invención puede estar realizada de distintas maneras. En una forma de realización ventajosa, el dispositivo de comprobación presenta un módulo de memoria en el que como señal de referencia está almacenada una señal de distancia de referencia correspondiente a la longitud total del ramal de fibra óptica. Esto tiene como requisito que se conozca o se haya determinado la longitud total del ramal de fibra óptica.

Menos exigente es a este respecto una forma de realización de la disposición según la invención en la que el dispositivo de comprobación presenta una unidad de memoria en la que está almacenada respectivamente la señal de adición actual como señal de referencia para una comparación con una señal de adición formada a continuación. Una determinación de longitud del ramal de fibra óptica no es imprescindible en este caso, porque se comparan entre sí los resultados de medición de procesos de vigilancia realizados sucesivamente en el tiempo.

En la disposición según la invención, el ramal de fibra óptica puede presentar dos fibras ópticas y pueden estar presentes dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz que trabajan con la misma frecuencia. Esto ofrece la ventaja de que se pueden usar dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz del mismo tipo.

5 Pero también resulta ventajoso si el ramal de fibra óptica presenta una fibra óptica y si están presentes dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz con frecuencias de trabajo distintas. En este caso, de manera ventajosa, se requiere sólo una única fibra óptica.

10 En la disposición según la invención, el dispositivo estructurado linealmente puede ser de tipos muy diversos; por ejemplo, puede ser un oleoducto. En una forma de realización especialmente preferible de la disposición según la invención, el dispositivo estructurado linealmente es una vía ferroviaria. Es que esto ofrece por ejemplo la posibilidad de producir de manera segura y realizar también de forma continua avisos de vía libre usando un ramal de fibra óptica. En la técnica convencional, un aviso de vía libre sólo es posible por tramos. También las separaciones de trenes pueden registrarse de esta manera con un esfuerzo relativamente bajo. Resulta especialmente ventajoso si el elemento sumador y el dispositivo de comprobación están realizados de forma asegurada. Se realiza, por tanto, una separación entre componentes no seguros y componentes seguros de la disposición, por lo que mejoran la aptitud de homologación, el mantenimiento a largo plazo así como la reparación de la disposición en su conjunto. Otra ventaja consiste en que el uso de la disposición según la invención en un sistema ferroviario es independiente del tipo del vehículo ferroviario correspondiente y tampoco requiere ningún equipamiento adicional por parte del vehículo. Además, resulta ventajoso que la disposición según la invención se puede emplear en el ámbito de sistemas de aseguramiento de trenes actuales y futuros y que presenta una susceptibilidad relativamente baja a los fallos frente a influjos ambientales y operacionales. Además, puede resultar ventajoso si el dispositivo estructurado linealmente es una línea de transmisión de energía. En este caso, por ejemplo, es posible localizar de manera fiable puntos de cortocircuito.

25 La invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo estructurado linealmente con un ramal de fibra óptica que se extiende a lo largo del dispositivo estructurado linealmente y que en sus dos extremos está provisto respectivamente de un dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz con un dispositivo de evaluación, emitiendo los dispositivos de evaluación por sus salidas una señal de evento en caso de un evento en el dispositivo estructurado linealmente. Un procedimiento de este tipo se desprende de la solicitud de patente estadounidense publicada US2011/0242525A1 que ya se ha tratado al principio.

30 Para configurar un procedimiento de este tipo de tal manera que permita vigilar de manera fiable la determinación de funciones relevantes para la seguridad en un dispositivo estructurado linealmente con un ramal de fibra óptica, según la invención, como señales de evento se generan señales de distancia que indican el lugar del evento y las señales de distancia se suman obteniendo una señal de adición; la señal de adición se compara con una señal de referencia, y en caso de una diferencia entre la señal de adición y la señal de distancia de referencia se genera un mensaje de error.

35 Con el procedimiento según la invención se consiguen de forma análoga las mismas ventajas que se han mencionado anteriormente con respecto a la disposición según la invención.

40 En cuanto a la formación de la señal de referencia, en el procedimiento según la invención se puede proceder de diversas maneras. Se considera ventajoso si como señal de referencia se usa una señal de distancia de referencia correspondiente a la longitud total del ramal de fibra óptica. Dicha señal debe determinarse sólo una vez para una longitud predeterminada del ramal de fibra óptica pudiendo usarse después siempre para la vigilancia en cuanto a la aparición de un mensaje de error. Pero resulta especialmente ventajoso almacenar la señal de adición y usarla como señal de referencia derivada para una señal de adición formada a continuación. Por el bajo gasto de los dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz, el dispositivo estructurado linealmente puede estar provisto de un ramal de fibra óptica con dos fibras ópticas; en este caso, resulta ventajoso emplear dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz que trabajen con la misma frecuencia. Para poder trabajar con un ramal de fibra óptica relativamente económico, se usa un ramal de fibra óptica con una fibra óptica y entonces se emplean dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz de distinta frecuencia de trabajo. Resulta especialmente ventajoso además si como dispositivo estructurado linealmente se usa una vía ferroviaria. Lo mismo se refiere a una forma de realización del procedimiento según la invención en el que el elemento sumador y el dispositivo de comprobación se realizan de forma asegurada. En cuanto a las ventajas que se consiguen con ello en concreto, para evitar repeticiones se remite a las explicaciones hechas anteriormente con respecto a la configuración correspondiente de la disposición según la invención. Además, resulta ventajoso si como dispositivo estructurado linealmente se usa una línea de transmisión de energía.

Para seguir explicando la invención, en

55 la figura 1 está representado un ejemplo de realización de la disposición según la invención con un dispositivo estructurado linealmente con un ramal de fibra óptica con dos fibras ópticas y en

la figura 2 está representado un ejemplo de realización con un ramal de fibra óptica con una sola fibra óptica.

ES 2 641 754 T3

La figura 1 muestra como dispositivo estructurado linealmente una vía ferroviaria 1, al lado de la que está tendido un ramal de fibra óptica 2. El ramal de fibra óptica 2 se compone de una primera fibra óptica 3 que está conectada a un primer dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 4. Una segunda fibra óptica 5 del ramal de fibra óptica 2 se extiende al lado de la primera fibra óptica 3 y está conectada a un segundo dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 6. Las fibras ópticas 3 y 5 también pueden estar tendidas dentro de la vía ferroviaria.

A cada dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 4 o 6 está asignado un dispositivo de evaluación 7 u 8 que están realizados respectivamente de tal forma que en sus salidas 9 y 10 emiten respectivamente una señal de distancia Se1 y Se2 eléctrica. Además, el dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 4 o 6 y los dispositivos de evaluación 7 u 8 están realizados de una manera no descrita aquí, de tal forma que con ellos se pueden vigilar funciones del dispositivo estructurado linealmente o del servicio en la vía ferroviaria.

Por ejemplo, cuando un vehículo ferroviario no representado se encuentra en una posición 11 en la vía ferroviaria 1, tiene una distancia L1 del lugar del primer dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 4 y una distancia L2 del lugar del segundo dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 6. Por lo tanto, la luz emitida por el primer y el segundo dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 4 o 6 es reflejada respectivamente en el lugar 11, porque el vehículo ferroviario provoca en el lugar, por ondas sonoras generadas por el, una inhomogeneidad en las fibras ópticas 3 y 5. La luz reflejada es detectada respectivamente por los dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz 4 y 6 a través de las dos fibras ópticas 3 y 5, y en los dispositivos de evaluación 7 y 8 asignados se convierte en las señales de distancia Se1 y Se2 de la manera que interesa aquí. La magnitud de las señales de distancia Se1 y Se2 corresponde a las dos distancias L1 y L2.

A las salidas 9 y 10 de los dos dispositivos de evaluación 7 y 8 está conectado un elemento sumador 12 en el que a partir de las dos señales de distancia Se1 y Se2 se forma una señal de adición Ss; esta señal de adición Ss está presente en una salida 13 y se transmite a un dispositivo de comprobación 14.

En el dispositivo de comprobación 14, la señal de adición Ss se compara con una señal de referencia que está almacenada como señal de distancia de referencia Sbe en un módulo de memoria no representado del dispositivo de comprobación 14 y cuya magnitud corresponde a la longitud total del ramal de fibra óptica 2. En un comparador 15 representado sólo esquemáticamente, la señal de distancia de referencia Sbe se compara con la señal de adición Ss. Si se excede una tolerancia de comparación predefinida – prevista por ejemplo por una extensión no exactamente paralela de las fibras ópticas 3 y 5 – en la salida del dispositivo de comprobación 14 se genera un mensaje de error Sf y de esta manera se señala que es errónea la vigilancia realizada en tiempo paralelo de las funciones del dispositivo estructurado linealmente y, por tanto, que el servicio ferroviario en la vía 1 no está siendo controlada de manera segura.

En otra forma de realización de la disposición según la invención o del procedimiento según la invención, como señal de referencia se usa una señal de referencia Sba (insertada entre paréntesis en la figura 1) derivada de la señal de adición Ss de la siguiente manera: Si durante el funcionamiento de la disposición según la invención está formada una señal de adición Ss, dicha señal de adición se almacena en una unidad de memoria no representada del dispositivo de comprobación 14. Si durante un ciclo de vigilancia siguiente se produce otra señal de adición que generalmente está basada en un cambio de lugar del vehículo ferroviario en la vía ferroviaria 1, esta otra señal de adición se compara con la señal de referencia Sba derivada y en caso de diferencias se genera el mensaje de error.

El ejemplo de realización según la figura 2 se diferencia del de la figura 1 en primer lugar porque el ramal de fibra óptica que se extiende al lado de la vía ferroviaria 1 se compone de una sola fibra óptica 20, en cuyos dos extremos 21 y 22 están previstos respectivamente un dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz 23 y 24 con sendos dispositivos de evaluación 25 y 26 asignados. Los dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz 23 y 24 tienen aquí diferentes frecuencias de trabajo. Por lo demás, la estructura y el modo de trabajo de este ejemplo de realización son idénticos a los de la figura 1, de manera que para los demás componentes del ejemplo de realización según la figura 2 se usan signos de referencias idénticos a los de la figura 1.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición con un dispositivo (1) estructurado linealmente con un ramal de fibra óptica (2) que se extiende a lo largo del dispositivo (1) estructurado linealmente y que en sus dos extremos está provisto respectivamente de un dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz (4, 6) con un dispositivo de evaluación (7, 8) asignado, emitiendo los dispositivos de evaluación (7, 8) una señal de evento (Se1, Se2) en caso de un evento en el dispositivo (1) estructurado linealmente,
- caracterizado por que
- los dispositivos de evaluación (7, 8) están configurados de tal forma que en sus salidas (9, 10) emiten como señal de evento una señal de distancia (Se1, Se2) que indica la distancia al lugar del evento,
- 10 • las salidas (9, 10) de los dispositivos de evaluación (7, 8) están conectados a un elemento sumador (12) común en el que las señales de distancia (Se1, Se2) se suman obteniendo una señal de adición (Ss), y
- al elemento sumador (12) está postconectado un dispositivo de comprobación (14) que compara la señal de adición (Ss) con una señal de referencia (Sbe; Sba) y, en caso de una diferencia entre la señal de adición (Ss) y la señal de referencia (Sbe; Sba), emite un mensaje de error (Sf).
- 15 2. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada por que
- el dispositivo de comprobación (14) presenta una unidad de memoria en la que como señal de referencia está almacenada una señal de distancia de referencia (Sbe) correspondiente a la longitud total del ramal de fibra óptica (2).
3. Disposición según la reivindicación 1, caracterizada por que
- 20 • el dispositivo de comprobación (14) presenta una unidad de memoria en la que está almacenada respectivamente la señal de adición (Ss) actual como señal de referencia (Sba) para una comparación con una señal de adición (Ss) formada a continuación.
4. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que
- el ramal de fibra óptica (2) presenta dos fibras ópticas (3, 5) y
- 25 • están presentes dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz (4, 6) que trabajan con la misma frecuencia.
5. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que
- el ramal de fibra óptica presenta una fibra óptica (20) y
 - están presentes dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz (23, 24) de frecuencia distinta.
6. Disposición según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que
- 30 • el dispositivo estructurado linealmente es una vía ferroviaria (1).
7. Disposición según la reivindicación 6, caracterizada por que
- el elemento sumador (12) y el dispositivo de comprobación (14) están realizados de manera asegurada.
8. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que
- el dispositivo estructurado linealmente es una línea de transmisión de energía.
- 35 9. Procedimiento para el funcionamiento de un dispositivo (1) estructurado linealmente con un ramal de fibra óptica (2) que se extiende a lo largo del dispositivo (1) estructurado linealmente y que en sus dos extremos está provisto respectivamente de un dispositivo de emisión de luz y de recepción de luz (4, 6) con un dispositivo de evaluación (7, 8) asignado, emitiendo los dispositivos de evaluación (7, 8) por sus salidas (9, 10) una señal de evento (Se1, Se2) en caso de un evento en el dispositivo (1) estructurado linealmente, caracterizado por que

- como señales de evento se generan señales de distancia (Se1, Se2) que indican el lugar del evento,
 - las señales de distancia (Se1, Se2) se suman obteniendo una señal de adición (Ss),
 - la señal de adición (Ss) se compara con una señal de referencia (Sbe; Sba), y
 - en caso de una diferencia entre la señal de adición (Ss) y la señal de referencia (Sbe; Sba) se genera un mensaje de error (Sf).
- 5
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que
- como señal de referencia se usa una señal de distancia de referencia (Sbe) correspondiente a la longitud total del ramal de fibra óptica (2).
11. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que
- 10
- la señal de adición (Ss) se almacena y
 - se usa como señal de referencia (Sba) derivada para una señal de adición (Ss) formada a continuación.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que
- se usa un ramal de fibra óptica (2) con dos fibras ópticas (3, 5), y
 - se emplean dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz (4, 6) que trabajan con la misma frecuencia.
- 15
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que
- se usa un ramal de fibra óptica con una fibra óptica (20) y
 - se emplean dispositivos de emisión de luz y de recepción de luz (23, 24) de frecuencia distinta.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que
- como dispositivo estructurado linealmente se usa una vía ferroviaria (1).
- 20
15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que
- el elemento sumador (12) y el dispositivo de comprobación (14) se realizan de forma asegurada.
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizado por que
- como dispositivo estructurado linealmente se usa una línea de transmisión de energía.

FIG 1

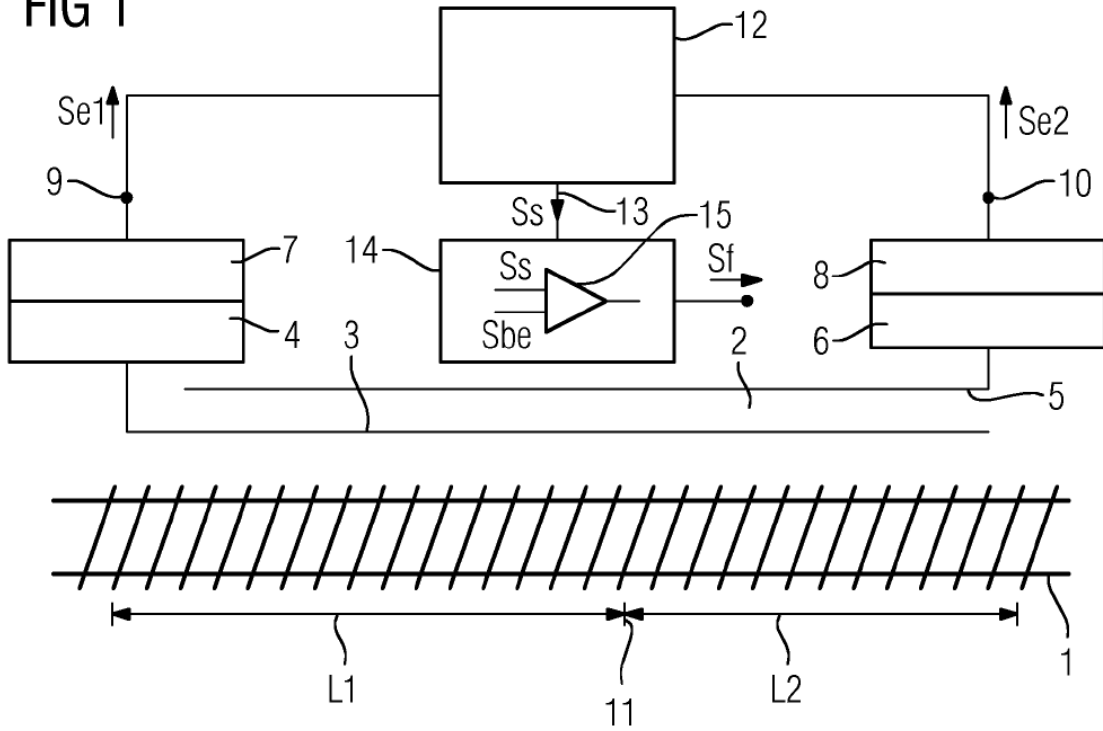


FIG 2

