

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 294**

51 Int. Cl.:

**G01R 15/20** (2006.01)

**B61L 1/20** (2006.01)

**B61L 27/00** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2020 E 20210675 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023 EP 3832321**

54 Título: **Disposición de sensor remoto**

30 Prioridad:

**03.12.2019 SE 1951382**

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

**17.05.2024**

73 Titular/es:

**ALSTOM HOLDINGS (100.0%)  
48 rue Albert Dhalenne  
93400 Saint-Ouen-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

**MOGREN, LARS-OVE;  
FREDHOLM, MAGNUS y  
KLINGHULT, GUNNAR**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 969 294 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**

Disposición de sensor remoto

**Campo técnico**

5 La presente divulgación se refiere a una disposición de sensor remoto y, en particular, a una disposición independiente adaptada para ser aplicada para detectar actividad en cables en cualquier aplicación de monitorización y específicamente en conexión con implementaciones ferroviarias.

**Antecedentes**

10 La denominada Unidad de Sensor Remoto (RSU) se utiliza normalmente para controlar el estado y la funcionalidad de los objetos en el borde y en la vía, en particular en relación con los ferrocarriles. La RSU proporciona funcionalidad de monitorización para diferentes tipos de objetos y cargas, por ejemplo los objetos en los bordes, tales como Máquinas Puntuales (PM), Máquinas de Barrera (BM), luces de aspecto y otros objetos, se pueden monitorizar con la RSU.

15 Dependiendo del objeto monitorizado, se pueden rastrear diferentes parámetros. Para cargas dinámicas tales como las PM, la RSU se puede utilizar para monitorizar la duración del movimiento del interruptor, pero también los valores de corriente mínimo, máximo, promedio y RMS del movimiento. Para cargas estáticas, tales como luces de aspecto, la RSU se puede utilizar para realizar un seguimiento de los niveles de corriente operativa y de tiempo acumulado.

Una primera generación de RSU requería cableado para la medición y energización.

El documento U-2016/0011241 se refiere a un aparato y procedimiento para medir corrientes inducidas geomagnéticamente en conductores de transmisión de alta tensión.

20 El objeto de la presente invención es lograr una unidad de sensor remoto, autónoma y robusta, capaz de medir un rango más amplio de CA/CC, incluidas corrientes bajas que la tecnología actualmente aplicada no puede medir. "Independiente" implica que no requiere fuente de energía externa y tiene una interfaz de comunicación inalámbrica con equipos remotos.

**Sumario**

25 El objeto que se ha mencionado más arriba se logra mediante la presente invención de acuerdo con la reivindicación independiente.

Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se refiere a una disposición 2 de sensor remoto independiente para monitorizar la actividad de parámetros en un cable 4. La disposición comprende una unidad de sensor 6 y una unidad de fuente de energía 8 conectadas una a la otra por medio de un cable de conexión 10, y una unidad de control 12. La unidad de fuente de energía 8 está configurada para suministrar energía a la citada unidad de sensor 6.

35 La unidad de sensor 6 comprende una carcasa apantallada 14 que encierra un núcleo 16 en forma de toroide configurado para fijarse alrededor del cable 4, por medio de un sujetador de plástico sobre la carcasa del núcleo que debe ser monitorizado. El núcleo 16 en forma de toroide está provisto de al menos un espacio en el que está dispuesto un elemento sensor Hall 18. La disposición de sensor remoto 2 está configurada para funcionar en un modo de bajo consumo de corriente y en un modo de medición, modo de medición en el que el citado elemento sensor Hall 18 está configurado para detectar una actividad de un parámetro predeterminado, por ejemplo, corriente que fluye, del citado cable 4, y la citada unidad de control 12 está configurada para cambiar el modo de funcionamiento de la citada disposición de sensor 2.

40 La unidad de sensor 6 comprende además una unidad de activación de sensor 20 dispuesta y estructurada para detectar parámetros relacionados con variaciones del campo magnético en el núcleo 16 causadas por la actividad de parámetros del cable 4, y para generar una señal de activación de sensor 22 que incluye valores de parámetros que dependen de los citados parámetros detectados. La unidad de control 12 está configurada para recibir la señal de activación del sensor 22 y evaluar valores de parámetros en relación con criterios de cambio de modo predeterminado, y para cambiar el modo de funcionamiento de la disposición de sensor 2 dependiendo del resultado de la citada evaluación.

45 De esta manera, la disposición de sensor, de acuerdo con la presente divulgación, se refiere a una RSU que contiene un mecanismo 'de activación' que activa la unidad de sensor entre mediciones, lo que permite ahorros significativos en el consumo de la batería. La unidad de activación del sensor (bobina de sensor) mide una amplia gama de corrientes CA/CC, incluidas corrientes de bajo valor que la tecnología aplicada actualmente no puede medir.

50 En una realización, la disposición de sensor remoto 2 comprende una unidad de comunicación 30 configurada para establecer un enlace de comunicación inalámbrica bidireccional con un equipo externo 32, y en el que el citado enlace

de comunicación inalámbrica es un enlace Bluetooth, o cualquier otro enlace de comunicación inalámbrica robusto, por ejemplo, un enlace de Protocolo de Internet inalámbrico.

5 Ventajosamente, la unidad de comunicación 30 está configurada para enviar valores de parámetros en bruto, no procesados, por ejemplo, valores actuales, al citado equipo externo a través del citado enlace de comunicación inalámbrica bidireccional.

De esta manera, la disposición del sensor no necesita tener inteligencia integrada desde un punto de vista analítico; simplemente mide la corriente y envía los valores a un elemento externo del sistema en el que se realiza el análisis. Esto es ventajoso porque no se requieren circuitos de procesamiento de datos en la disposición del sensor, ahorrando de esta manera energía y reduciendo la complejidad de los circuitos.

## 10 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una ilustración general esquemática de la disposición de sensor de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente la disposición de sensor de acuerdo con la presente invención.

15 La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva que ilustra una realización de la disposición de sensor de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 4 a 6 muestran diversos detalles en relación con la unidad de sensor de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 La figura 7 es una vista en despiece ordenado que ilustra una variación ejemplar de una unidad de sensor de acuerdo con la presente invención.

## **Descripción detallada**

La disposición de sensor remoto se describirá a continuación en detalle con referencia a las figuras del apéndice. En todas las figuras, los elementos iguales o similares tienen los mismos signos de referencia. Además, los elementos y las figuras no están necesariamente a escala, sino que se hace énfasis en ilustrar los principios de la invención.

25 En primer lugar, con referencia a la ilustración esquemática de la figura 1, se proporciona una disposición 2 de sensor remoto independiente para monitorizar la actividad de los parámetros, por ejemplo corriente que fluye, en un cable 4. La disposición comprende dos unidades separadas, una unidad de sensor 6 y una fuente de alimentación y una unidad de comunicaciones 8 conectadas una a la otra por medio de un cable de conexión 10. Con referencias adicionales a las figuras 2 y 3, la disposición de sensor también comprende una unidad de control 12 dispuesta ya sea en la unidad  
30 de sensor 6 o en la unidad de fuente de energía 8, o distribuida en ambas unidades. La unidad de fuente de energía 8 está configurada para suministrar energía a la unidad de sensor 6 y también a su propio circuito, y comprende una batería 9 y un circuito encerrado dentro de una carcasa de batería.

35 La unidad de sensor 6 comprende una carcasa apantallada 14 que encierra un núcleo en forma de toroide 16 configurado para fijarse alrededor del cable 4 a monitorizar. El núcleo en forma de toroide 16 está provisto de al menos un espacio en el que está dispuesto un elemento sensor Hall 18.

La disposición de sensor remoto 2 está configurada para funcionar en un modo de bajo consumo de corriente y en un modo de medición. En el modo de medición, el elemento sensor Hall 18 está configurado para detectar una actividad de parámetro predeterminado, por ejemplo la corriente que circula por el cable monitorizado 4.

La unidad de control 12 está configurada para cambiar el modo de funcionamiento de la disposición de sensor 2.

40 La unidad de sensor 6 comprende además una unidad de activación de sensor 20 dispuesta y estructurada para detectar parámetros relacionados con variaciones del campo magnético en el núcleo 16 causadas por la actividad de parámetros del cable 4, y para generar una señal de activación de sensor 22 que incluye valores de parámetros dependientes de los parámetros detectados.

45 La unidad de control 12 está configurada para recibir la señal de activación del sensor 22 y evaluar los valores de los parámetros en relación con criterios de cambio de modo predeterminados, y para cambiar el modo de funcionamiento de la disposición de sensor 2 dependiendo del resultado de la citada evaluación.

De acuerdo con una realización, un criterio de cambio de modo se relaciona con una medida derivada de los parámetros detectados, y si la medida derivada excede un umbral derivado predeterminado, el modo de operación se cambia al modo de medición.

De acuerdo con la invención, la unidad de activación del sensor 20 es una bobina integrada en una placa de circuito impreso (PCB) dispuesta en la carcasa. Como alternativa, la unidad de activación del sensor 20 es una bobina que rodea una parte en sección transversal del núcleo al enrollarse alrededor de la parte del núcleo.

5 De acuerdo con otra realización, el núcleo toroidal 16 está dividido en dos partes de núcleo semicirculares, y el citado elemento sensor Hall 18 está dispuesto en uno de los espacios entre las partes extremas de las partes de núcleo semicirculares.

10 En una realización adicional, la carcasa 14 comprende al menos dos cascos de carcasa, un casco de carcasa exterior 24 hecho de un material no metálico y un casco de carcasa interior 25, dispuesto dentro del casco de carcasa exterior y hecho de un material de blindaje capaz de proteger eléctricamente y proteger magnéticamente una cavidad interior de la carcasa 14. El núcleo toroidal 16, la unidad de activación del sensor 20 y el elemento sensor Hall 18 están dispuestos en la cavidad interior de la carcasa 14.

15 Preferiblemente, la carcasa 14 comprende dos partes esencialmente de igual tamaño, unidas una a la otra por una articulación 26 y capaces de ser sujetas alrededor del cable 4 y, por ejemplo, encajados y mantenidos en su lugar, por ejemplo por un sujetador de plástico. Cuando la carcasa se monta alrededor del cable, la carcasa tiene ventajosamente la forma de un cilindro que tiene una sección transversal esencialmente circular. Naturalmente, son posibles otras formas geométricas, por ejemplo, la carcasa puede tener una sección transversal rectangular cuando se monta alrededor del cable, véase la figura 1.

20 En una realización adicional, la unidad de activación del sensor 20, cuando la disposición funciona en el modo de bajo consumo de corriente, es capaz de detectar corriente y comparar los valores de corriente medidos con un umbral de cambio de modo.

En otra realización, cuando la disposición funciona en el modo de medición, la unidad de sensor 6 puede realizar mediciones de corriente, siendo la actividad del parámetro , en el cable 4, y generar una señal de medición 28 que comprende valores de corriente que dependen de la corriente medida.

25 En otra realización, la disposición de sensor remoto 2 comprende una unidad de comunicación 30 configurada para establecer un enlace de comunicación inalámbrica bidireccional con un equipo externo 32. El enlace de comunicación inalámbrica es un enlace Bluetooth, o cualquier otro enlace de comunicación inalámbrica, por ejemplo, un enlace de Protocolo de Internet Inalámbrico.

30 El equipo externo 32 puede estar dispuesto a una distancia de la disposición de sensor 2 que asegure que el procedimiento elegido de comunicación inalámbrica, por ejemplo Bluetooth, se puede conseguir . El equipo externo está provisto de la capacidad de comunicación requerida para establecer y realizar comunicación bidireccional con la disposición de sensores. Preferiblemente, también debería estar provisto de una capacidad de procesamiento para realizar el análisis de la señal de medición recibida 28.

35 Preferiblemente, la unidad de comunicación 30 está configurada para enviar valores de parámetros en bruto, no procesados, por ejemplo, valores actuales, al equipo externo a través del enlace de comunicación inalámbrica bidireccional. Por lo tanto, no se requiere ningún circuito de procesamiento en la disposición de sensores, sino que el procesamiento adicional de la señal se realiza externamente, por ejemplo por medio de un dispositivo de control en el equipo externo. El procesamiento de señal adicional puede estar relacionado, por ejemplo, con calcular la RMS, máxima, mínima, media y tiempo de conmutación en función de la corriente que circula a través del cable durante el período de conmutación.

40 En una realización adicional, la unidad de sensor 6 comprende un sensor de temperatura 34 configurado para detectar una temperatura en relación con la citada unidad de sensor 6 y para generar una señal de temperatura que se aplicará a la unidad de control 12.

45 De acuerdo con una realización, la unidad de control 12 está configurada para recibir una señal de cambio de modo generada externamente que incluye una orden de cambio de modo, y para cambiar el modo de funcionamiento de la disposición de sensor dependiendo de la orden de cambio de modo. La orden de cambio de modo puede generarse entonces en intervalos de tiempo predeterminados, que, por ejemplo, es aplicable para mediciones en relación con circuitos de vía.

50 Preferiblemente, la unidad de control 12 está configurada para activar el modo de medición durante un período de tiempo predeterminado, por ejemplo, en el intervalo de 0,5 a 2,0 segundos, y en el que durante ese período de tiempo se mide la corriente media.

La disposición de sensor remoto 2 puede usarse para monitorizar la corriente en cables en muchas aplicaciones diferentes en las que se requiere monitorización remota, por ejemplo, en lugares remotos o en condiciones onerosas. En particular, como se ha mencionado más arriba, la disposición está estructurada para monitorizar cables aplicados en aplicaciones ferroviarias, por ejemplo, para suministrar energía a máquinas puntuales y circuitos de vía.

5 La unidad de fuente de energía 8 comprende la fuente de energía, por ejemplo, una batería, dispuesta dentro de una carcasa de la unidad de fuente de energía. En una variante ejemplar, la unidad de fuente de energía debe cumplir los siguientes requisitos previos. La vida útil de la batería será de al menos 7 años a 15 grados centígrados cuando se aplique con una unidad de sensor que realice y comunique mediciones cada dos minutos. El tipo de batería tiene preferentemente los siguientes datos de funcionamiento: 3,6 V, tamaño C y 8,5 Ah. La carcasa de la unidad de fuente de energía no tendrá partes metálicas y estará hecha preferiblemente de un material plástico. Preferiblemente, la unidad de comunicación 30 dispuesta dentro de la unidad de fuente de energía 8, es un módulo Bluetooth.

10 El diseño del concepto mecánico de la unidad de sensor 6 se realiza ventajosamente con los siguientes requisitos previos y datos de entrada. La carcasa exterior física de la carcasa no incluye ninguna pieza metálica en el exterior. La unidad de sensor 6 está estructurada para medir la corriente en un cable con un diámetro de 2 mm a 4 mm sin modificar la integridad y las propiedades del cable. Por lo tanto, no es necesario cortar ni retirar ningún cable para instalar una unidad de sensor y la instalación no requerirá herramientas especiales. Las mediciones realizadas por la unidad de sensor no se ven afectadas ni afectan a otros objetos o sistemas cercanos. Esto se asegura mediante la carcasa interior de protección 25.

15 La electrónica, por ejemplo, la unidad de control 12 de la unidad de sensor 6 estará dispuesta ventajosamente en una placa de circuito impreso (PCB) dentro de la carcasa. Una PCB se ilustra en los ejemplos que se muestran en las figuras 5-7.

20 Como se ha explicado más arriba, la corriente se mide con un elemento sensor Hall, lo que permite medir tanto CA como CC. La señal del sensor Hall se filtra en paso bajo para eliminar cualquier contenido de alta frecuencia antes de enviarla a un convertidor AD de 16 bits y a continuación se aplica a la unidad de control. Se pueden aplicar varios tipos diferentes de elementos sensores Hall. Se han realizado cálculos sobre la sensibilidad necesaria y estos cálculos, junto con pruebas prácticas, han dado como resultado una sensibilidad deseada del elemento sensor Hall en el rango de 50-100 mV/MT.

25 Generalmente, un sensor Hall es un dispositivo que se utiliza para medir la magnitud de un campo magnético. Su voltaje de salida es directamente proporcional a la intensidad del campo magnético que lo atraviesa y se utiliza, por ejemplo, para aplicaciones de detección de corriente.

De acuerdo con una realización, un sensor de temperatura 34 está situado cerca del elemento sensor Hall, por ejemplo, dispuestos en la PCB, para poder controlar la temperatura. Como consecuencia será posible compensar la sensibilidad del sistema a diferentes temperaturas.

30 Preferiblemente, la función de activar la realiza la unidad de activación del sensor que, por ejemplo, consiste en una bobina y una electrónica de procesamiento de señales. La bobina detecta cualquier corriente transitoria ( $di/dt$ ) en el cable. Esta señal será amplificada, filtrada en paso de banda y utilizada para generar una interrupción que activa el sistema. Es importante que el tiempo total de activación sea corto ya que no será posible recopilar ningún dato durante este tiempo. Una parte de estiramiento de pulso hace que un pulso transitorio muy corto sea más largo, asegurándose de que la entrada de interrupción del procesador pueda captarlo.

35 El consumo de corriente de la función de activación debe ser muy bajo ya que esta parte permanece continuamente activa. Se especifica que esté por debajo de 50  $\mu$ A.

40 Se aplican dos realizaciones diferentes de la unidad de activación del sensor. La bobina puede ser un cable enrollado convencional o estar fabricado en una PCB. La solución PCB es más rentable cuando el sensor y los componentes electrónicos también están ubicados en la misma PCB.

45 En una variante se aplica un núcleo toroidal con dimensiones de 22/14/13 mm, que se corta en dos mitades del mismo tamaño. Con respecto a la especificación del material del núcleo, el parámetro de fuerza coercitiva es importante para conseguir la histéresis lo más baja posible. Debe ser lo más bajo posible y no tener una variación no lineal con la temperatura. Otro parámetro importante es la permeabilidad, que debería tener un comportamiento lineal en el rango de temperatura.

La conclusión de las pruebas anteriores es que la geometría del núcleo es importante cuando se trata de reducir el impacto de campos magnéticos externos y, por lo tanto, se prefiere un núcleo toroidal.

50 El toroide no debe tener un diámetro mayor al necesario ya que esto lo hace más sensible a los campos magnéticos externos. El diámetro mínimo lo establece el diámetro exterior de los cables monitorizados más algunas restricciones mecánicas. También muestra que una mayor longitud del toroide es mejor cuando se trata de suprimir campos magnéticos externos.

El espacio de aire deseado está en el rango de 2 a 4 mm en total.

55 Con respecto a los materiales para el núcleo toroide, se pueden considerar varios materiales de ferrita diferentes. El parámetro de fuerza coercitiva es importante para conseguir la histéresis lo más baja posible. Otro parámetro importante es la permeabilidad, al tener un comportamiento lineal en el rango de temperaturas.

De esta manera, la unidad de sensor de corriente completa comprende un núcleo (concentrador), un elemento de sensor Hall y una unidad de activación de sensor, por ejemplo, una bobina. El núcleo concentra y amplifica el campo inducido del cable a monitorizar. En el entrehierro se monta el elemento sensor Hall. Este sensor detecta corriente CA y CC. La unidad de activación del sensor solo detecta cambios en la corriente y se utiliza para activar todo el dispositivo cuando se realiza una Medición Iniciada por Eventos (EIM).

La unidad de sensor funciona de acuerdo con un principio de circuito abierto. La razón de esto es el costo y la complejidad. Un sensor de circuito cerrado consumirá energía adicional ya que se trata de un sistema activo con retroalimentación de corriente. La complejidad costará más tanto en el recuento de componentes como en el tiempo de desarrollo. Por lo tanto, el objeto es poder monitorizar mediciones que se relacionan tanto con el tipo 1 (circuito de seguimiento = 1A) como con el tipo 2 (máquina de puntos = 10A) mediante la misma unidad de sensor.

En una realización de la unidad de activación del sensor, se proporciona una bobina de activación con 200 vueltas que puede detectar una corriente transitoria de 200 mA. La sensibilidad se puede ajustar fácilmente mediante el número de vueltas de la bobina o la ganancia del amplificador. Como esta bobina sólo es sensible a CA, no hay compensación de CC, lo que significa que es posible trabajar con alta ganancia sin riesgo de saturación del amplificador.

El tamaño del entrehierro en el que está dispuesto el sensor Hall afecta sólo marginalmente a la sensibilidad de la bobina. El material del núcleo tiene una influencia mucho mayor en la sensibilidad. La bobina detecta cualquier corriente transitoria ( $di/dt$ ) en el cable. La señal de activación del sensor 22 se aplica a la unidad de control 12 en la que será amplificada, filtrada y utilizada para generar una interrupción que active el sistema. Es importante que el tiempo total de activación sea mínimo ya que no será posible recopilar ningún dato durante este tiempo. Se estima que el tiempo de arranque del procesador en la unidad de control será inferior a 2 ms y es importante que la mayor parte de este no provenga del sensor.

Un cálculo del margen de ruido de la bobina y el amplificador juntos muestra que el amplificador establecerá el nivel de ruido pero no será crítico. Como ejemplo, se puede utilizar un amplificador operacional con un nivel de ruido en el área de 20 nV/Hz cuadrados.

Como se ha mencionado más arriba, existen diferentes soluciones sobre cómo realizar la bobina. La bobina puede ser una bobina convencional o estar fabricada en una o varias PCB. La solución de PCB puede ser más rentable porque también el sensor Hall puede estar dispuesto en la misma PCB.

La unidad de sensor incluye un apantallamiento magnético proporcionado por la carcasa interior 25. Esto se puede conseguir de varias maneras. Todo el núcleo puede estar apantallado o estar apantallado sólo parcialmente, o tener un apantallamiento tubular. El propio elemento sensor Hall es sensible a un campo externo y también debe estar apantallado. El material de protección puede ser acero dulce o mu-metal. En una variación se aplica acero dulce y el grosor es de alrededor de 0,3 mm. El blindaje debe ser eficiente desde CC hasta algunas décimas de kHz. El material no debe estar saturado. La carcasa interior de protección 25 está dispuesta a una distancia predeterminada del núcleo, por ejemplo, más de 5 mm, para que el apantallamiento no tenga acoplamiento magnético con el núcleo, de lo contrario esto afectará negativamente la histéresis del núcleo. No es necesario que los diferentes apantallamientos estén en contacto eléctrico unos con los otros, pero sí deben superponerse.

Generalmente, la propia unidad de sensor 6 necesita estar montada rígidamente e inmóvil. Si la unidad del sensor puede moverse, provocará un error en la compensación de los sensores debido al campo geomagnético. El cable 4 debe sujetarse firmemente en la abertura pasante del concentrador definida por el núcleo toroidal 16. Esto se puede lograr mediante almohadillas flexibles estructuradas para centrar el cable en la abertura. Si el cable tiene la posibilidad de moverse esto tiene un potencial de error en la medición.

En una versión ejemplar de la unidad de sensor 6, el núcleo se encaja en la carcasa interior protectora 25 en la que se fija mediante nervaduras y encajes, véase la figura 4. Para gestionar las tolerancias del núcleo de ferrita, podría ser necesario colocar un espaciador de espuma debajo del núcleo así se consigue el entrehierro necesario. A continuación se conecta el cable de conexión 10 a la PBA. En esta versión ejemplar la PCB incluye incorporada una bobina con varias vueltas que se extiende alrededor del núcleo, para la función de activación. La PBA también incluye componentes analógicos, un cable eléctrico rígido con el elemento sensor Hall, un sensor de temperatura y un conector de cable. Como se muestra en la figura 5, la PBA está provista de dos aberturas ubicadas en posiciones y que tienen dimensiones que permiten montar la PBA de manera que el núcleo se extienda a través de las aberturas. Esto es ventajoso porque el sensor Hall puede colocarse en el espacio entre las dos partes del núcleo mediante el cable rígido y también porque los circuitos en la PCB estarán protegidos por la carcasa del alojamiento interior .

A continuación, la PBA se encaja en la cubierta interior de la carcasa y el sensor flexible se monta en el núcleo con adhesivo, véase la figura 6.

En la figura 7 se muestra una vista en despiece ordenado de toda la unidad de sensor 6. En la figura 7 se muestran las partes esenciales que se han tratado más arriba y, además, detalles adicionales necesarios para montar las diversas partes juntas y también los rellenos flexibles utilizados para sujetar firmemente el cable que se va a monitorizar en una posición fija. Específicamente, el espacio de aire en el que se va a montar el elemento sensor Hall

entre el núcleo - núcleo es crítico y, por lo tanto, para asegurar una distancia de espacio predeterminada, podría ser necesario un resorte para empujar el núcleo hacia abajo contra uno o varios espaciadores.

5 Las dimensiones de la unidad de sensor ejemplar que se ha descrito más arriba son 40\*40\*30 mm (40\*45\*30 con resorte y articulación viva incluidos). El tamaño depende, por ejemplo, del tamaño y la cantidad de componentes que deben estar en la PCB y del espacio para la bobina incorporada en la PCB.

De acuerdo con una variante del cable de conexión 10, éste tiene un diámetro de 3,3 mm y normalmente una longitud de al menos 700 mm. Naturalmente, son posibles otras longitudes y dimensiones. El cable estará blindado. En el cable habrá un pasacables a cada lado, para aliviar la tensión y obturar.

10 La aplicación principal es medir la energía eléctrica motriz para señalar máquinas y circuitos de vías. Existen numerosas aplicaciones e industrias adicionales en las que se puede utilizar la disposición de sensores remotos. Su propósito es el análisis predictivo a largo plazo, ya que detecta una tendencia en la corriente consumida. Por ejemplo, cuando se utiliza con una máquina de puntos, la unidad de sensor de la disposición de sensor remoto se sujeta alrededor del cable de suministro de energía a la máquina de punto. La unidad de activación del sensor detecta que la máquina de punto se activa al detectar el voltaje inducido en la unidad del sensor cuando hay corriente en el cable, a continuación se activa la medición principal. La disposición del sensor no envía ninguna alarma, pero genera y transmite de forma inalámbrica la señal de medición sin procesar a un elemento externo del sistema en el que se analizan los datos recopilados y se puede actuar sobre ellos. Para una máquina de punto, el RMS, máximo, mínimo, medio y el tiempo de conmutación se calculan en función de la corriente que fluye a través de la pinza durante el período de conmutación.

20 Los circuitos de vía se miden en intervalos de tiempo configurables, no se activan por ningún evento inducido por corriente, es decir, el sensor no sabe si hay un tren ocupando la vía. Para los circuitos de vía sólo se mide la corriente media durante aproximadamente 1 segundo; este valor se utiliza posteriormente con fines de análisis predictivo a largo plazo.

25 Para las bombas de agua que protegen las salas de equipos de señalización, la disposición de sensores remotos proporciona un monitorización del suministro de energía de bajo costo similar a los ejemplos anteriores.

La medición de la actividad de parámetros predeterminados en el cable realizada por la unidad de sensor puede iniciarse de dos maneras diferentes. Ya sea una Medición Iniciada por Evento (EIM) o una Medición Iniciada por Tiempo (TSIM).

30 La medición EIM se inicia cuando la unidad de activación del sensor, por ejemplo, la bobina en la unidad del sensor, detecta actividad transitoria, por ejemplo, debido al aumento de corriente en el cable. A continuación, la unidad de activación produce un pulso corto que se utiliza para activar la unidad de sensor.

35 El evento de desconexión/conexión de corriente crea una pendiente detectable (positiva y/o negativa de acuerdo con lo que sea necesario) que se utiliza para activar el sensor del estado de suspensión. El sensor toma muestras de ventanas de  $n$  muestras y calcula el valor RMS. Cuando  $z$  valores RMS de ventanas consecutivas son mayores que un valor predeterminado umbral de inicio, se guardará la forma de onda. El muestreo finaliza cuando  $z$  ventanas consecutivas son inferiores a un valor predeterminado de *umbral de parada*.

Los parámetros  $n$ , *umbral\_inicial*, *umbral\_parada* y  $z$  son configurables.

40 La medición TSIM se realiza en intervalos de tiempo especificados en la configuración del dispositivo. Cuando el sensor se activa para una medición, muestrea  $n$  muestras con una separación de  $t$  (EM). Para ahorrar batería, el sensor estará inactivo entre las  $n$  muestras.

Los parámetros  $n$ ,  $t$  y *umbral\_varianza* son configurables.

La presente invención no se limita a las realizaciones preferidas que se han descrito más arriba.

Se pueden utilizar varias alternativas y modificaciones. Por lo tanto, las realizaciones anteriores no deben considerarse limitativas del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Una disposición de sensor remoto independiente (2) para monitorizar la actividad de parámetros en un cable (4), la disposición comprende una unidad de sensor (6) y una unidad de fuente de energía (8) conectadas una a la otra por medio de un cable de conexión (10), y una unidad de control (12),
- 5 la unidad de fuente de energía (8) está configurada para suministrar energía a la citada unidad de sensor (6),
- la unidad de sensor (6) comprende una carcasa apantallada (14) que encierra un núcleo en forma de toroide (16) configurado para fijarse alrededor del cable (4) a monitorizar, y
- el núcleo en forma de toroide (16) está provisto de al menos un espacio en el que está dispuesto un elemento sensor Hall (18), en el que
- 10 la disposición de sensor remoto (2) está configurada para funcionar en un modo de bajo consumo de corriente y en un modo de medición, en el que el modo de medición del citado elemento sensor Hall (18) está configurado para detectar una actividad de parámetro predeterminada, por ejemplo, corriente que fluye, del citado cable (4), y que la citada unidad de control (12) está configurada para cambiar el modo de funcionamiento de la citada disposición de sensor (2),
- 15 la unidad de sensor (6) comprende además una unidad de activación de sensor (20) dispuesta y estructurada para detectar parámetros relacionados con variaciones del campo magnético en el citado núcleo (16) causadas por la citada actividad de parámetros del citado cable (4), y para generar una señal de activación de sensor (22) que incluye valores de parámetros dependientes de los citados parámetros detectados, en el que la unidad de control (12) está configurada para recibir la citada señal de activación del sensor (22) y para evaluar los citados valores de parámetros en relación
- 20 con criterios de cambio de modo predeterminados, y para cambiar el modo de funcionamiento de la citada disposición de sensor (2) dependiendo del resultado de la citada evaluación,
- que se caracteriza por que
- la citada unidad de activación de sensor (20) es una bobina integrada en una placa de circuito impreso dispuesta en la citada carcasa, o
- 25 la citada unidad de activación de sensor (20) es una bobina que rodea una parte en sección transversal del citado núcleo al enrollarse alrededor de la citada parte del núcleo.
2. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que un criterio de cambio de modo se refiere a una medida derivada de los citados parámetros detectados, y si la medida derivada excede un umbral derivado predeterminado, el modo de operación se cambia al modo de medición.
- 30 3. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que el núcleo toroidal (16) está dividido en dos partes de núcleo semicirculares, y en el que el citado elemento sensor Hall (18) está dispuesto en uno de los citados espacios entre partes extremas de la citadas partes de núcleo semicirculares.
4. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la citada carcasa (14) comprende al menos dos cascos de carcasa, un casco de carcasa exterior (24) hecho de un material no metálico y un casco de carcasa interior (25), dispuesto dentro del citado casco exterior de la carcasa y hecho de un material de protección capaz de proteger eléctrica y magnéticamente una cavidad interior de la citada carcasa (14) en la que se encuentran el citado núcleo toroidal (16), la citada unidad de activación del sensor (20) y el citado sensor Hall están dispuestos el elemento (18).
- 35 5. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la citada carcasa (14) comprende dos partes esencialmente de igual tamaño, unidas una a la otra por una articulación (26) y capaces de sujetarse alrededor del citado cable (4), y en el que cuando se monta alrededor del citado cable, la citada carcasa tiene la forma de un cilindro que tiene una sección transversal esencialmente circular.
- 40 6. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que, cuando está en el citado modo de bajo consumo de corriente, la unidad de activación del sensor (20) es capaz de detectar corriente y comparar los valores de corriente medidos con un umbral de cambio de modo.
- 45 7. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que cuando está en el citado modo de medición, la unidad de sensor (6) es capaz de realizar medición de corriente, estando el citado parámetro de actividad, en el citado cable (4), para generar una señal de medición (28) que comprende valores actuales dependiendo de la corriente medida.
- 50 8. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende una unidad de comunicación (30) configurada para establecer un enlace de comunicación inalámbrica bidireccional con un equipo externo (32), y en el que el citado enlace de comunicación inalámbrica es un enlace Bluetooth o cualquier otro enlace de comunicación inalámbrica, por ejemplo, un enlace de protocolo de Internet inalámbrico.

9. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con la reivindicación 8, en la que la citada unidad de comunicación (30) está configurada para enviar valores de parámetros en bruto, no procesados, por ejemplo, valores actuales, al citado equipo externo a través del citado enlace de comunicación inalámbrica bidireccional.
- 5 10. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la citada unidad de sensor (6) comprende un sensor de temperatura (34) configurado para detectar una temperatura en relación con la citada unidad de sensor (6), y para generar una señal de temperatura (36) que se aplicará a la citada unidad de control (12).
- 10 11. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que la unidad de control (12) está configurada para recibir una señal de cambio de modo generada externamente que incluye una orden de cambio de modo, y para cambiar el modo de funcionamiento de la disposición de sensor dependiendo del comando de cambio de modo.
- 15 12. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que la citada unidad de control (12) está configurada para activar el citado modo de medición durante un período de tiempo predeterminado, por ejemplo, en el intervalo de 0,5 a 2,0 segundos, y en el que durante el citado período de tiempo se mide la corriente media.
13. La disposición de sensor remoto (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en la que la citada disposición está estructurada para monitorizar cables aplicados en implementaciones ferroviarias, por ejemplo, en estaciones ferroviarias para suministrar energía a máquinas puntuales y circuitos de vía.

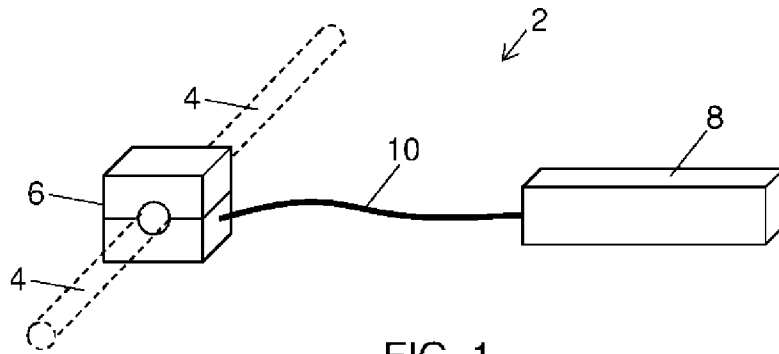


FIG. 1

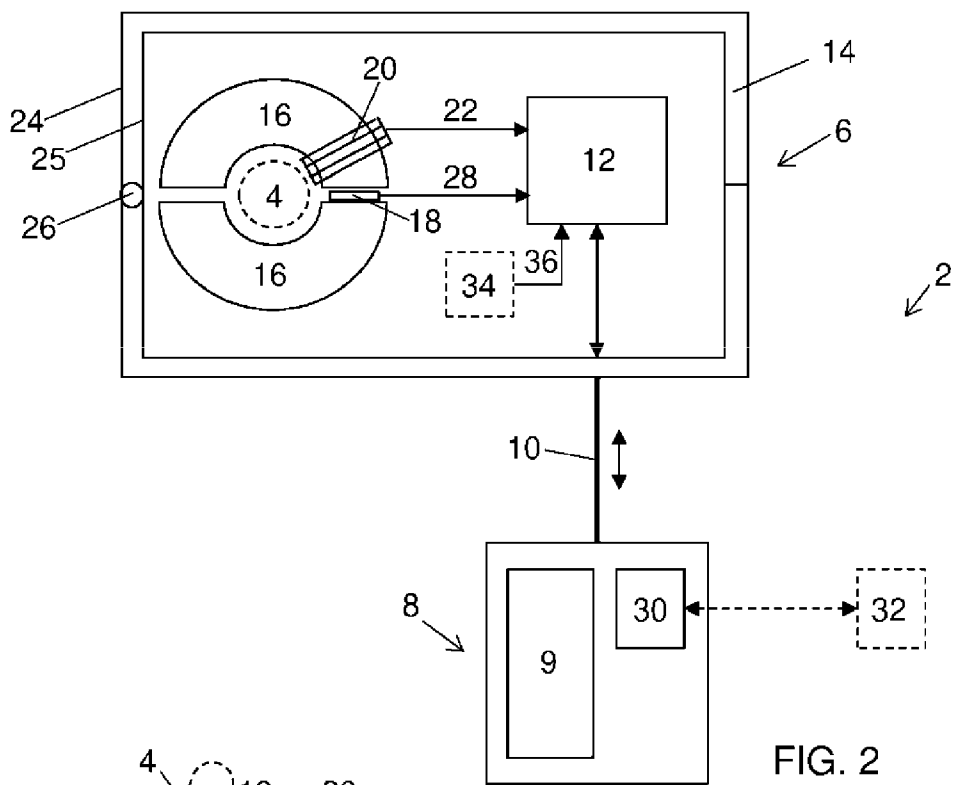


FIG. 2

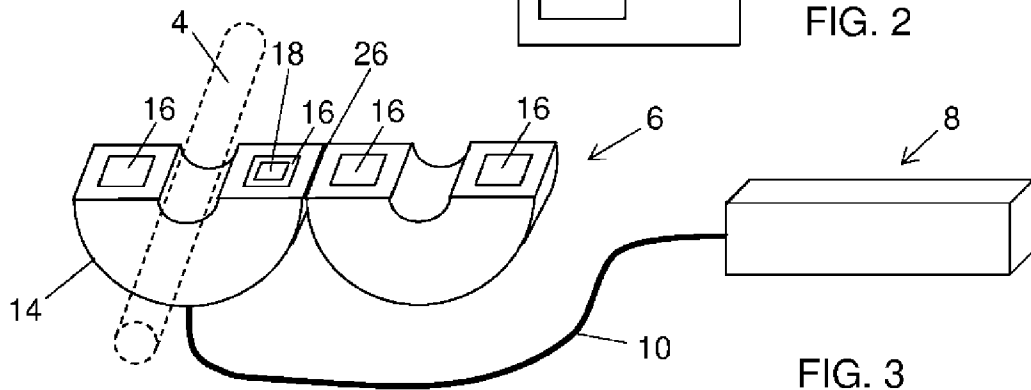


FIG. 3

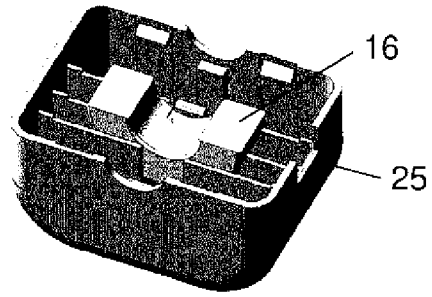


FIG. 4



FIG. 5

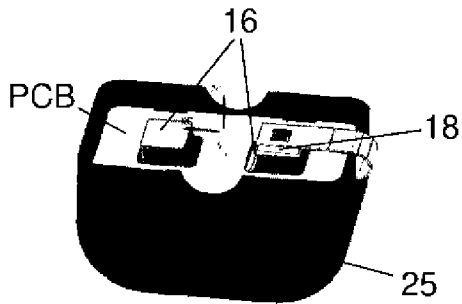


FIG. 6

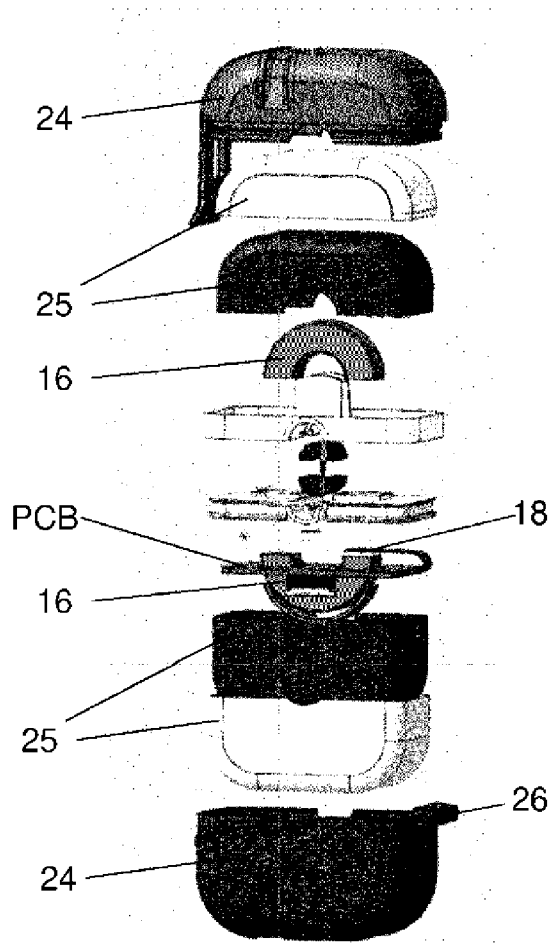


FIG. 7