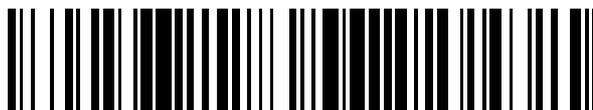


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 825**

51 Int. Cl.:

G01C 15/10 (2006.01)

G01B 21/16 (2006.01)

G01C 9/06 (2006.01)

G01B 21/24 (2006.01)

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2016 E 16168909 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3093617**

54 Título: **Un sistema para la detección del movimiento del cimientto de un aerogenerador**

30 Prioridad:

13.05.2015 DK 201500286

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

15.06.2020

73 Titular/es:

**SCADA INTERNATIONAL APS (100.0%)
Holstebrovej 5
7490 Aulum, DK**

72 Inventor/es:

**BAGGER, THOMAS y
LUNDSGAARD, MARLENE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 766 825 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

Un sistema para la detección del movimiento del cimientado de un aerogenerador

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en un primer aspecto, a un sistema de monitorización para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador. En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo que comprende un sistema según el primer aspecto de la presente invención. En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a la utilización de un sistema según el primer aspecto o a la utilización de un dispositivo según el segundo aspecto para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador. En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un método para la monitorización del desplazamiento de una
10 torre de aerogenerador. En un quinto aspecto, la presente invención se refiere a una torre de aerogenerador que comprende el sistema según el primer aspecto o que comprende un dispositivo según el segundo aspecto. En un sexto aspecto, la presente invención se refiere a un aerogenerador que comprende una torre de aerogenerador según el quinto aspecto.

Antecedentes de la invención

15 Muchas construcciones de ingeniería comprenden un miembro de cimientado que conecta una estructura de torre al suelo. Un ejemplo de una construcción de este tipo es un aerogenerador. Un aerogenerador típico comprende una torre alargada fijada a un cimientado que está previsto para transferir las cargas verticales, así como las cargas dinámicas horizontales, del aerogenerador al suelo. Al objeto de evitar la desviación angular de los cimientados, se requiere un diseño robusto de los cimientados.

20 En funcionamiento, la carga del cimientado puede llegar a un nivel crítico debido a la carga adicional originada por las cargas dinámicas horizontales del aerogenerador durante el funcionamiento del aerogenerador. Es un problema importante si la carga del cimientado es tan grande que el desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base unido al miembro de cimientado excede un límite de desplazamiento crítico.

25 En el documento de patente de Francia 2.314.478 A1 se describe un inclinómetro que tiene una sensibilidad ajustable para la medición de las desviaciones con respecto a una dirección vertical de una estructura arquitectónica. El inclinómetro comprende una masa colgante que está suspendida por medio de una tira flexible que está fijada a una base superior. Unos medidores de tensión dispuestos en posición próxima a la tira flexible se comportan como sensores de determinación de una inclinación de la masa colgante. La masa está contenida en aceite. El nivel del aceite determina la sensibilidad del inclinómetro. El documento de patente de Francia 2.314.478
30 A1 no describe que el inclinómetro comprenda una unidad de control que esté configurada para la recepción de los datos de desplazamiento procedentes de los medidores de tensión.

El documento de patente europea EP 0389823 A2 describe un sistema para la medición de deformaciones de edificios, que tiene unas plomadas, opcionalmente con un cilindro metálico, siendo medida la distancia a las mismas por medio de unos sensores de distancia sin contacto.

35 El documento de solicitud internacional de patente WO 2013/167128 A1 describe un sistema de monitorización configurado para la monitorización de un desplazamiento vertical entre un miembro de cimientado y un miembro de base que está unido al miembro de cimientado. El sistema de monitorización comprende: tres sensores adaptados para medir el desplazamiento entre el miembro de cimientado y el miembro de base de una torre de aerogenerador, en el que cada uno de los tres sensores está dispuesto en una varilla fijada al miembro de cimientado que se extiende
40 verticalmente. Una unidad de control está configurada para la recepción de los datos de desplazamiento procedentes de los sensores y para enviar los datos de desplazamiento recibidos a una unidad externa.

Aunque el sistema de monitorización descrito en el documento de solicitud internacional de patente WO 2013/167128 A1 hace posible una monitorización eficiente y precisa del desplazamiento entre el miembro de cimientado y el miembro de base de una torre de aerogenerador, este sistema, sin embargo, presenta una serie de
45 inconvenientes.

Un inconveniente es que en una situación en la que los sensores están situados en el interior de la torre de aerogenerador, puede ocurrir que se produzca un desplazamiento de tal manera que la parte del miembro de cimientado en la que están montados los sensores se desprenda del resto del cimientado. En tal caso, el sistema descrito en el documento de solicitud internacional de patente WO 2013/167128 A1 no detectará el desplazamiento entre el
50 miembro de cimientado y el miembro de base.

Por lo tanto, al objeto de que el sistema descrito en el documento de solicitud internacional de patente WO 2013/167128 A1 proporcione una monitorización exacta y precisa de un desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base en todas las situaciones, será necesario instalar los sensores en la parte exterior de la torre de aerogenerador, de modo que los sensores queden realmente fijados en el miembro de cimientado. Sólo de

esta forma el sistema descrito en el documento de solicitud internacional de patente WO 2013/167128 A1 será fiable en todas las situaciones.

5 La instalación del sistema de monitorización del documento de solicitud internacional de patente WO 2013/167128 A1 en la parte exterior de la torre de aerogenerador hace que el sistema sea sensible a los efectos causados por el entorno ambiental, de forma que la suciedad, el viento, la lluvia y el hielo, de manera perjudicial, pueden hacer que el sistema de monitorización se salga de su calibración correcta, bien lentamente a lo largo del tiempo, o incluso de repente. Cuando un sistema de este tipo no está calibrado, no proporciona los datos de desplazamiento correctos y, de hecho, deja de ser útil.

10 Un problema similar surge con respecto al vandalismo. Cuando un sistema de este tipo se instala en la parte exterior de la torre de aerogenerador, es muy susceptible de actos de vandalismo, lo que puede dar lugar al mismo tipo de fallos de calibración.

Además, los sensores láser pueden medir distancias en caso de que insectos u otros animales pequeños propios del entorno ambiental se sitúen sobre la placa que está siendo detectada por el sensor láser. En tal caso, el sensor láser medirá una distancia falsa y, por lo tanto, proporcionará unos datos de desplazamiento erróneos.

15 Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema mejorado y un método que se puedan utilizar para la monitorización del desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base que está unido al miembro de cimientado.

20 Por consiguiente, es un objetivo de la presente invención la provisión de unos sistemas, dispositivos, utilizaciones, métodos, torres de aerogenerador y aerogeneradores mejorados para la monitorización de un desplazamiento de una torre de aerogenerador, especialmente para la monitorización del desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base que está unido al miembro de cimientado de una torre de aerogenerador.

Breve descripción de la invención

Este objetivo se consigue con la presente invención en sus aspectos primero, segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto, respectivamente.

25 En consecuencia, la presente invención se refiere en su primer aspecto a un sistema de monitorización para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador según la reivindicación 1.

En su tercer aspecto, la presente invención se refiere a la utilización de un sistema según el primer aspecto de la presente invención, o de un dispositivo según el primer aspecto de la presente invención, para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador.

30 En su cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un método para la monitorización de un desplazamiento de una torre de aerogenerador, dicho método comprende:

i) proporcionar una o más plumadas, comprendiendo cada una de ellas una parte superior y una parte inferior, estando cada plumada configurada para estar suspendida de forma giratoria en su parte superior, a través de unos medios de suspensión;

35 ii) suspender dichas una o más plumadas desde un punto de fijación en una pared interior de una torre de aerogenerador en unos medios de suspensión al objeto de permitirle(s) alcanzar una posición de reposo en una situación de reposo;

iii) proporcionar dos o más sensores, estando cada uno configurado para medir, en una dirección de detección específica, una distancia a una plumada, y de esta forma proporcionar unos datos de desplazamiento;

40 iv) disponer dichos dos o más sensores en una posición de detección próxima a una plumada de tal forma que al menos dos de dichas direcciones de detección no sean paralelas entre sí;

v) proporcionar una unidad de control que está configurada para la recepción de dichos datos de desplazamiento procedentes de dos o más de dichos sensores; y

vi) permitir que dicha unidad de control comunique de forma automática a una unidad externa un parámetro que representa un desplazamiento de una torre de aerogenerador.

45 En su quinto aspecto, la presente invención se refiere a una torre de aerogenerador que comprende un sistema según el primer aspecto de la presente invención, o que comprende un dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención.

En su sexto aspecto, la presente invención se refiere a un aerogenerador que comprende una torre de aerogenerador según el quinto aspecto de la presente invención.

La presente invención, en sus diferentes aspectos, proporciona un sistema de monitorización, dispositivos, utilidades y métodos que son más fiables, menos propensos a los efectos del entorno ambiental y a los efectos del vandalismo, y que en esencia están libres de mantenimiento y son más fáciles de instalar.

Breve descripción de las figuras

- 5 La figura 1 es una vista en sección transversal de un sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención y que está instalado en una pared interior de una torre de aerogenerador.
- La figura 2a es una vista en perspectiva que ilustra la configuración de una plomada y tres sensores asociados según una realización del primer aspecto de la presente invención.
- 10 La figura 2b es una vista en planta desde arriba que ilustra la configuración de una plomada y tres sensores asociados de la figura 2a.
- La figura 3 es una vista en planta desde arriba que ilustra la configuración de una plomada y dos sensores asociados según una realización del primer aspecto de la presente invención.
- La figura 4 es una vista en planta desde arriba que ilustra la configuración de dos plomadas y dos sensores asociados según una realización del primer aspecto de la presente invención.
- 15 La figura 5 es una vista lateral que ilustra el principio de amortiguación del movimiento vibratorio de una plomada por medio de su sumersión en un líquido.
- La figura 6 ilustra una realización de un dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Primer aspecto de la presente invención

- 20 En su primer aspecto, la presente invención se refiere a un sistema de monitorización para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador según la reivindicación 1.
- Por medio de la disposición de cada plomada en posición próxima a un sensor a una distancia específica en una dirección de detección de dicho sensor, será posible la monitorización de cualquier desplazamiento de esa plomada con respecto a ese sensor específico. Al asegurar que las direcciones de detección de las dos o más direcciones de
- 25 detección no son paralelas, se garantiza que se puede monitorizar un desplazamiento con respecto a cualquier dirección. En caso de que los medios de suspensión tengan una longitud específicamente corta y al garantizar que la(s) plomada(s) esté(n) suspendida(s) en una parte inferior de la torre de aerogenerador, se puede asegurar que el sistema de monitorización está monitorizando un desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base, en lugar de simplemente monitorizar las vibraciones o flexiones de la torre de aerogenerador.
- 30 En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas se ha de entender que un miembro de cimientado puede ser cualquier tipo de cimientado, por ejemplo, un cimientado de hormigón de un aerogenerador. El miembro de base puede ser cualquier miembro de base de la construcción de la torre de aerogenerador. En condiciones normales de funcionamiento del aerogenerador, el miembro de base está conectado al miembro de cimientado.
- 35 En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “desplazamiento de una torre de aerogenerador” se interpretará preferiblemente en el sentido de hacer referencia específicamente a un desplazamiento o desviación de la torre de aerogenerador que dará lugar a una situación en la que la torre de aerogenerador tendrá una inclinación o pendiente con respecto a la dirección vertical, la cual es distinta de la dirección vertical original y/o prevista. En particular, en la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término “desplazamiento de una torre de aerogenerador” se interpretará en el sentido de hacer referencia a un
- 40 desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base de una torre de aerogenerador.
- En un aspecto del sistema de monitorización, una o más de dichas una o más plomadas comprende al menos parcialmente una superficie de detección cilíndrica, en el que dicha plomada está configurada para estar suspendida de tal manera que la dirección de la gravedad sea paralela a una dirección axial de la superficie cilíndrica cuando queda suspendida en una posición de reposo.
- 45 La utilización de tales plomadas cilíndricas es ventajosa en algunas realizaciones, por ejemplo, cuando se utiliza una plomada y tres sensores.
- En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, una posición de reposo se interpretará como una posición en la que la torre de aerogenerador no está desplazada en ninguna dirección y en la que no hay desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base de la torre de aerogenerador.

En un aspecto del sistema de monitorización, una o más de dichas una o más plomadas comprenden al menos parcialmente dos superficies de detección planas, siendo dichas dos superficies de detección planas preferiblemente perpendiculares entre sí.

Tal aspecto es ventajoso en caso de que se utilice una plomada y dos sensores en el sistema de monitorización.

- 5 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, el número de plomadas es 1, 2, 3 o 4.

Con este número de plomadas se garantiza un buen equilibrio entre precisión y simplicidad del sistema de monitorización.

- 10 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, el número de sensores es 2, 3, 4 o 5.

Con este número de sensores se garantiza un buen equilibrio entre precisión y simplicidad del sistema de monitorización.

- 15 En un aspecto del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, el ángulo entre la dirección de detección de cualesquiera dos de dichos dos o más sensores se selecciona de forma independiente del intervalo de $65 - 140^\circ$, tal como $70 - 135^\circ$, por ejemplo $75 - 130^\circ$, por ejemplo $80 - 125^\circ$, tal como $85 - 120^\circ$, por ejemplo $90 - 115^\circ$, por ejemplo $95 - 110^\circ$ o $100 - 105^\circ$.

Estos ángulos proporcionan un nivel suficiente de direcciones de detección "no paralelas", lo que a su vez proporciona unas determinaciones precisas del desplazamiento de una torre de aerogenerador.

- 20 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicho sistema comprende únicamente una plomada; y dicho sistema comprende tres sensores que están dispuestos según un triángulo equilátero alrededor de dicha plomada cuando ésta queda situada en una posición de reposo.

Una configuración de este tipo de la plomada y los sensores proporcionará determinaciones precisas del desplazamiento de una torre de aerogenerador y seguirá siendo todavía de un diseño bastante sencillo.

- 25 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicho sistema comprende únicamente una plomada y dos sensores.

Estas configuraciones de la plomada y los sensores proporcionarán determinaciones precisas del desplazamiento de una torre de aerogenerador y seguirán siendo todavía de un diseño bastante sencillo.

- 30 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dichos medios de suspensión comprenden, de forma independiente: una cuerda o una varilla; o una combinación de una cuerda y una varilla, tal como una varilla superior y una cuerda inferior, o una cuerda superior y una varilla inferior, para la suspensión de una o más de dichas una o más plomadas.

La utilización de una cuerda como medio de suspensión hace posible un diseño sencillo. Sin embargo, al objeto de amortiguar toda potencial vibración en el dispositivo de suspensión, puede ser ventajosa la inclusión de una varilla en los medios de suspensión.

- 35 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, uno o más de dichos uno o más sensores se eligen de forma independiente de entre el grupo que comprende un sensor inductivo, un sensor láser y/o un sensor magnético.

Estos tipos de sensores proporcionan mediciones simples y además precisas de un desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base de una torre de aerogenerador.

- 40 En un aspecto del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, la longitud de los medios de suspensión se ajusta de forma que proporciona un radio de movimiento giratorio de la plomada de $0,5 \text{ m} - 8,0 \text{ m}$, tal como $1,0 \text{ m} - 7,5 \text{ m}$, por ejemplo $1,5 \text{ m} - 7,0 \text{ m}$, por ejemplo $2,0 \text{ m} - 6,5 \text{ m}$, por ejemplo $2,5 \text{ m} - 6,0 \text{ m}$, tal como $3,0 \text{ m} - 5,5 \text{ m}$, por ejemplo $3,5 \text{ m} - 5,0 \text{ m}$ o $4,0 \text{ m} - 5,0 \text{ m}$.

- 45 Estos radios del movimiento giratorio de la plomada hacen posible unas determinaciones precisas de un desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base de una torre de aerogenerador.

En la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas, el término "radio del movimiento giratorio de la plomada" se interpretará en el sentido de hacer referencia a la distancia desde el punto de fijación de los medios de suspensión hasta un punto sobre la superficie de detección de la plomada que está siendo detectada por un sensor.

- 50 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, el sistema está configurado de tal manera que el parámetro, o los parámetros, que representan el desplazamiento de una torre de

aerogenerador y de los que se ha de informar a una(s) unidad(es) externa(s) está(n) relacionado(s) con la magnitud del movimiento y/o con la dirección del movimiento.

Estos parámetros proporcionan las características necesarias del desplazamiento, que han de ser monitorizadas, entre un miembro de cimientado y un miembro de base de una torre de aerogenerador.

5 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, y con respecto a una o más de dichas plumadas, dicho sistema comprende además un contenedor que comprende un líquido y que está configurado para alojar al menos parcialmente una parte inferior de una o más de dichas una o más plumadas al objeto de amortiguar cualquier movimiento de la plumada que sea de naturaleza vibratoria.

10 Una configuración de este tipo que comprende un contenedor con un líquido permitirá filtrar todo movimiento vibratorio de la plumada que no esté relacionado con algún desplazamiento entre un miembro de cimientado y un miembro de base de la torre de aerogenerador.

En una realización, la viscosidad de dicho líquido se selecciona del intervalo de 50 - 120 mPa·s, tal como 55 - 115 mPa·s, por ejemplo 60 - 110 mPa·s, por ejemplo 65 - 105 mPa·s, tal como 70 - 100 mPa·s, tal como 75 - 95 mPa·s, por ejemplo 80 - 90 mPa·s.

15 Dicho líquido se puede seleccionar de entre aceite mineral o aceites sintéticos o mezclas de los mismos, opcionalmente comprendiendo además uno o más diluyentes o disolventes.

20 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicho sistema está configurado para comunicar de forma automática a una unidad externa una alerta en caso de que se cumpla un criterio de alerta predeterminado; haciendo referencia dichos criterios de alerta, opcionalmente, a una magnitud específica de desplazamiento de una torre de aerogenerador.

Un sistema de este tipo permite a un operador de un aerogenerador tomar medidas en caso de que se encuentre una magnitud crítica de desplazamiento de una torre de aerogenerador.

25 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicha unidad externa es un servidor de internet adaptado para la recepción y almacenamiento de dicho(s) parámetro(s) que representa(n) el desplazamiento de una torre de aerogenerador.

En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicha unidad de control está configurada para ser accesible de forma remota a través de una conexión de protocolo de internet (conexión IP), de una conexión UMTS (sistema universal de telecomunicaciones móviles), o a través de una red de fibra óptica.

30 Esta realización garantiza la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador en cualquier lugar que proporcione acceso a dichas conexiones.

En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicho sistema comprende además uno o más soportes de montaje de sensor para el montaje de dichos dos o más sensores.

35 Los soportes de montaje de los sensores garantizan un montaje robusto de los sensores y, por lo tanto, hacen posible unas mediciones precisas.

En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, dicho sistema comprende además uno o más soportes para la fijación de dicho uno o más medios de suspensión.

Los soportes de montaje de los medios de suspensión garantizan una ubicación correcta y óptima de las plumadas suspendidas y, por lo tanto, hacen posible unas mediciones precisas.

40 En una realización del sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención, el uno o más de dichos dos o más sensores comprenden unos medios de ajuste de posición para el ajuste o la calibración de la posición de dichos sensores, estando dichos medios de ajuste configurados opcionalmente para permitir el ajuste o la calibración en una, dos o tres dimensiones.

45 Este sistema garantiza una configuración y calibración rápida y fácil de los sensores y del sistema de monitorización en sí.

Segundo aspecto de la presente invención

En su segundo aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo según la reivindicación 7.

50 Un dispositivo de este tipo asegura un montaje y configuración del sistema de monitorización fáciles de realizar. Además, un dispositivo de este tipo asegura que no es posible ningún acceso no autorizado al delicado sistema de monitorización una vez que éste se ha montado en una pared interior de una torre de aerogenerador.

En una realización del dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención, dicha carcasa comprende uno o más medios de montaje para el montaje de dicha carcasa sobre una pared interior de una torre de aerogenerador.

En una realización del dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención, dichos uno o más de dichos uno o más medios de montaje comprenden uno o más imanes.

5 Estas realizaciones aseguran un montaje y configuración del sistema de monitorización fáciles de realizar.

En una realización del dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención, dicha carcasa es una carcasa cerrada que comprende una o más trampillas de inspección para proporcionar acceso al interior de dicha carcasa.

Las trampillas de inspección que proporcionan acceso al interior de dicha carcasa aseguran que el sistema de monitorización alojado en el interior de la carcasa se puede inspeccionar con facilidad.

10 En una realización del dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención, dicha carcasa incluye:

- una parte inferior que comprende dichas una o más plumas y dichos dos o más sensores;

- y una parte superior tubular que se extiende en una dirección vertical desde una abertura de una pared superior de dicha parte inferior;

15 en el que dichos medios de suspensión se fijan de forma giratoria en un punto de fijación de una parte superior de dicha parte superior tubular, permitiendo de esta forma que dicha parte superior tubular aloje dichos medios de suspensión.

Este diseño del dispositivo garantiza un montaje y configuración del sistema de monitorización fáciles de realizar y, al mismo tiempo, hace posible que queden encerradas una o más plumas que están suspendidas de unos medios de suspensión que tienen una extensión relativamente larga.

20 Tercer aspecto de la presente invención

En su tercer aspecto, la presente invención se refiere a la utilización de un sistema según la reivindicación 1 o de un dispositivo según la reivindicación 7.

25 En una realización de la utilización según el tercer aspecto de la presente invención, dicha utilización se refiere a la monitorización de un desplazamiento entre un miembro de base y un miembro de cimientado de una torre de aerogenerador.

Esta realización asegura la monitorización de la integridad de la conexión entre un miembro de base y un miembro de cimientado de una torre de aerogenerador.

Cuarto aspecto de la presente invención

En su cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un método según la reivindicación 11.

30 En una realización de la utilización según el cuarto aspecto de la presente invención, dicho método comunica de forma automática una alerta en caso de que se cumpla un criterio de alerta predeterminado; haciendo referencia dichos criterios de alerta, opcionalmente, a una magnitud específica de desplazamiento de una torre de aerogenerador.

35 Un método de este tipo permite a un operador de un aerogenerador tomar medidas en caso de que se encuentre una magnitud crítica de desplazamiento de una torre de aerogenerador.

En una realización de la utilización según el cuarto aspecto de la presente invención, dicho método se lleva a cabo utilizando un sistema según el primer aspecto de la presente invención o por medio de la utilización de un dispositivo según el segundo aspecto de la presente invención.

Quinto aspecto de la presente invención

40 En su quinto aspecto, la presente invención se refiere a una torre de aerogenerador que comprende un sistema según la reivindicación 1, o que comprende un dispositivo según la reivindicación 7.

45 En un aspecto de la utilización según el quinto aspecto de la presente invención, dicho sistema o dicho dispositivo está dispuesto en una parte inferior de dicha torre de aerogenerador, tal como a una altura del 30 % o menos de la altura total de la torre de aerogenerador, por ejemplo a una altura del 25 % o menos de la altura total de la torre de aerogenerador, por ejemplo a una altura del 20 % o menos de la altura total de la torre de aerogenerador, tal como a una altura del 15 % o menos de la altura total de la torre de aerogenerador, por ejemplo a una altura del 10 % o menos de la altura total de la torre de aerogenerador o a una altura del 5 % o menos de la altura total de la torre de aerogenerador.

Se prefiere que los sensores y la(s) plomada(s) estén dispuestos en una parte inferior de la torre de aerogenerador, tal como en una parte inferior de 0,5 – 5,0 m de la torre de aerogenerador, tal como en una parte inferior de 1,0 – 4,5 m de la torre de aerogenerador, por ejemplo en una parte inferior de 1,5 – 4,0 m de la torre de aerogenerador, tal como en una parte inferior de 2,0 – 3,5 m de la torre de aerogenerador, o en una parte inferior de 2,5 – 3,0 m de la torre de aerogenerador.

Sexto aspecto de la presente invención

En su sexto aspecto, la presente invención se refiere a un aerogenerador que comprende una torre de aerogenerador según la reivindicación 15.

Haciendo referencia ahora a los dibujos que ilustran la presente invención, la figura 1 es una vista en sección transversal de un sistema de monitorización 100 según el primer aspecto de la presente invención que está instalado en una pared interior 34 de una torre de aerogenerador 2, 300. El sistema de monitorización comprende:

- una plomada 4 que comprende una parte superior 6 y una parte inferior 8, estando dicha plomada suspendida de forma giratoria en su parte superior, a través de unos medios de suspensión 10, desde un punto situado en una posición superior al objeto de alcanzar una posición de reposo en una situación de reposo; comprendiendo dichas plomadas unas superficies de detección 12.

La plomada 4 está suspendida en los medios de suspensión 10 desde un punto situado en posición superior en un punto de fijación 38.

El sistema comprende además dos sensores 14, 14', estando cada uno configurado al objeto de detectar, en una dirección de detección específica 16, 16', una distancia con respecto a la plomada, y proporcionar de esta forma unos datos de desplazamiento.

Los sensores 14, 14' están dispuestos en una posición de detección próxima a una plomada.

En el sistema de la figura 1, al menos dos de las direcciones de detección específicas 16, 16' no son paralelas entre sí. Los sensores 14, 14' están dispuestos en el soporte 30.

El sistema de monitorización ilustrado en la figura 1 comprende además una unidad de control 18 que está configurada para la recepción de dichos datos de desplazamiento de dos o más de dichos sensores. Los sensores 14, 14' están conectados a la unidad de control 18 a través de unos cables de conexión 60.

En la figura 1 la plomada 4 alcanza una posición de reposo que se sitúa verticalmente debajo del punto de fijación 38 de los medios de suspensión 10. Los medios de suspensión están suspendidos de un soporte 32.

La posición de reposo de la plomada 4 en la que queda en una situación de reposo hará que los sensores 14, 14' midan la distancia de detección a las superficies de detección 12, 12' y la unidad de control estará configurada de forma opcional para interpretar estas distancias de detección como un desplazamiento de la torre de aerogenerador 2, 300 de cero (0).

En caso de que la torre de aerogenerador esté sometida a un desplazamiento, de forma que la torre de aerogenerador ya no quede dispuesta verticalmente, la plomada quedará suspendida verticalmente de forma continua en los medios de suspensión desde el punto de fijación 38. Sin embargo, en tal situación, la plomada se habrá desplazado con respecto a los sensores 14, 14'. En consecuencia, en una situación de desplazamiento de este tipo, al menos uno de los sensores 14, 14' medirá una dirección de detección diferente proporcional al grado de desplazamiento de la torre de aerogenerador.

Posteriormente, la unidad de control estará configurada opcionalmente para interpretar estas distancias de detección alteradas como un desplazamiento de la torre de aerogenerador 2, 300 que no es cero.

Tal desplazamiento distinto de cero de la torre de aerogenerador 2, 300 puede ser comunicado a continuación a la unidad externa 20. Por razones de simplicidad, la unidad externa 20 está representada en las figuras como si estuviera situada en posición próxima a la torre de aerogenerador. No obstante, en la realidad la unidad externa 20 puede estar situada en una ubicación remota.

Los medios de suspensión 10 pueden comprender una cuerda 22 o una varilla 24 o una combinación de las mismas.

La figura 2a es una vista en perspectiva que ilustra una configuración alternativa de una plomada 4 y tres sensores asociados 14, 14', 14'' según una realización del primer aspecto de la presente invención. En esta configuración, la plomada 4 está suspendida de modo que queda situada en el centro de un triángulo equilátero cuando dicha plomada está dispuesta en una posición de reposo.

La figura 2b es una vista en planta desde arriba que ilustra la configuración de una plomada y los tres sensores asociados de la figura 2a.

La figura 2b muestra que la plomada 4 tiene una superficie de detección 12. Cada sensor 14, 14', 14'' medirá en una dirección de detección específica 16, 16', 16'' hacia la superficie de detección 12 de la plomada 4. Se ha de observar que las direcciones de detección 16, 16', 16'' son mutuamente no paralelas.

5 La figura 3 es una vista en planta desde arriba que ilustra la configuración de una plomada y dos sensores asociados según una realización del primer aspecto de la presente invención.

La figura 3 muestra que la plomada 4 comprende dos superficies de detección 12, 12'. Cada sensor 14, 14' medirá en una dirección de detección específica 16, 16' hacia la superficie de detección 12, 12' de la plomada 4. Se ha de observar que las direcciones de detección 16, 16' son mutuamente perpendiculares.

10 La figura 4 es una vista en planta desde arriba e ilustra la configuración de dos plomadas 4, 4' y dos sensores asociados 14, 14' según una realización del primer aspecto de la presente invención.

15 La figura 4 muestra que la plomada 4 comprende una superficie de detección 12 y que la plomada 4' comprende una superficie de detección 12'. Cada sensor 14, 14' medirá en una dirección de detección específica 16, 16' hacia la superficie de detección 12, 12' de una de las plomadas 4, 4'. Se ha de observar que las direcciones de detección 16, 16' son mutuamente perpendiculares. En consecuencia, un sensor 14 detectará un desplazamiento en una dirección 16 y el otro sensor 14' detectará un desplazamiento en una dirección 16' que es perpendicular a la dirección de detección 16.

20 La figura 5 es una vista lateral que ilustra el principio de amortiguación del movimiento vibratorio de una plomada 4 por medio de su sumersión en un líquido. En la figura 5 se observa una plomada 4 suspendida de unos medios de suspensión 10. La plomada 4 comprende dos superficies de detección 12, 12'. Dos sensores 14, 14' miden individualmente una distancia a una superficie de detección específica 12, 12' de la plomada. Al objeto de amortiguar todo movimiento vibratorio de la plomada 4, la plomada es sumergida parcialmente en un líquido 28 contenido en un contenedor 26.

25 La figura 6 ilustra una realización de un dispositivo 200 según el segundo aspecto de la presente invención. El dispositivo 200 es para su montaje sobre una pared interior 34 de una torre de aerogenerador 2, 300 y para la monitorización del desplazamiento de dicha torre de aerogenerador.

El dispositivo 200 comprende el sistema de monitorización según el primer aspecto de la presente invención.

En el dispositivo 200, la plomada 4 y los tres sensores 14, 14', 14'' están encerrados en el interior de una carcasa 36.

La carcasa 36 comprende una parte inferior 46 que comprende dicha plomada 4 y los tres sensores 14, 14', 14''.

30 La carcasa 36 comprende además una parte superior tubular 48 que se extiende en una dirección vertical desde una abertura 50 de una pared superior 52 de la parte inferior 46 de la carcasa.

Los medios de suspensión 10 están fijados de forma giratoria en un punto de fijación 38 de una parte superior 54 de dicha parte superior tubular 48, permitiendo de esta forma que dicha parte superior tubular aloje dichos medios de suspensión 10.

35 El dispositivo 200 hace posible una instalación fácil y rápida del sistema contenido en el mismo. Además, dado que el dispositivo queda encerrado en un recinto o carcasa, la naturaleza delicada y sensible de los sensores y del mecanismo de detección en general se puede mantener aislada del interior de la torre de aerogenerador, evitando de esta forma el contacto involuntario de un técnico y la modificación de la calibración del sistema.

40 Se puede preferir que el dispositivo 200 comprenda uno o más medios de montaje 40 para su fácil instalación sobre una pared interior de la torre de aerogenerador 2, 300. Se prefiere que dichos medios de montaje comprendan uno o más imanes.

En una realización, la carcasa 36 es un alojamiento cerrado que opcionalmente comprende una o más trampillas de inspección 42 al objeto de proporcionar acceso al interior 44 de dicha carcasa 36.

45 En la presente solicitud, se ha de entender que toda realización mencionada con respecto a cualquier aspecto de la presente invención se puede aplicar igualmente a cualquier realización de cualquier otro aspecto de la invención en la medida en que tal realización sea factible.

Lista de números de referencia

2 torre de aerogenerador
 4, 4' plomada
 50 6 parte superior de la plomada

ES 2 766 825 T3

	8	parte inferior de la plomada
	10	medios de suspensión
	12, 12'	superficie de detección de la plomada
	14, 14', 14''	sensor
5	16, 16', 16''	dirección de detección
	18	unidad de control
	20	unidad externa
	22	cuerda
	24	varilla
10	26	contenedor
	28	líquido
	30	soporte de montaje del sensor
	32	soporte de fijación de los medios de suspensión
	34	pared interior de la torre de aerogenerador
15	36	carcasa del dispositivo
	38	punto de fijación de los medios de suspensión
	40	medios de montaje del dispositivo
	42	trampilla de inspección
	44	interior de la carcasa
20	46	parte inferior de la carcasa
	48	parte superior tubular de la carcasa
	50	abertura de la carcasa
	52	pared superior de la parte inferior de la carcasa
	54	parte superior de la parte superior tubular de la carcasa
25	56	miembro de base de una torre de aerogenerador
	58	miembro de cimientado de una torre de aerogenerador
	60	cable de conexión
	100	sistema de monitorización
	200	dispositivo
30	300	torre de aerogenerador
	400	aerogenerador

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de monitorización (100) para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador (2), dicho sistema de monitorización comprende:
- 5 - una o más plomadas (4, 4'), comprendiendo cada una de ellas una parte superior (6) y una parte inferior (8), estando cada plomada configurada para estar suspendida de forma giratoria en su parte superior, a través de unos medios de suspensión (10), desde un punto situado en posición superior al objeto de alcanzar una posición de reposo en una situación de reposo, comprendiendo cada una de dichas plomadas una o más superficies de detección (12, 12');
- uno o más medios de suspensión (10) para la suspensión de dichas una o más plomadas (4);
- 10 - dos o más sensores (14, 14', 14''), estando cada uno configurado para medir, en una dirección de detección específica (16, 16', 16''), una distancia a dichas una o más plomadas, y de esta forma proporcionar unos datos de desplazamiento;
- en el que al menos dos de dichos dos o más sensores (14, 14', 14'') están dispuestos en una posición de detección próxima a dichas una o más plomadas;
- 15 en el que al menos dos de dichas direcciones de detección específicas (16, 16', 16'') no son paralelas entre sí; caracterizado por que
- dicho sistema de monitorización comprende además una unidad de control (18) configurada para la recepción de dichos datos de desplazamiento procedentes de dos o más de dichos sensores; y
- 20 en el que dicho sistema comprende además unos medios para la comunicación a una unidad externa (20) del parámetro, o los parámetros, que representa(n) el desplazamiento de la torre de aerogenerador.
2. Un sistema de monitorización (100) según la reivindicación 1, en el que el número de plomadas (4, 4') es 1, 2, 3 o 4; y/o en el que el número de sensores (14, 14', 14'') es 2, 3, 4 o 5.
3. Un sistema de monitorización (100) según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho sistema comprende únicamente una plomada (4); y en el que dicho sistema comprende tres sensores (14, 14', 14'') que están dispuestos según un triángulo equilátero alrededor de dicha plomada cuando ésta queda situada en una posición de reposo; o en el que dicho sistema comprende únicamente una plomada (4) y dos sensores (14, 14', 14'').
- 25 4. Un sistema de monitorización (100) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichos medios de suspensión (10), de forma independiente, comprenden:
- 30 una cuerda (22) o una varilla (24); o una combinación de una cuerda (22) y una varilla (24); tal como una varilla superior (24) y una cuerda inferior (22), o una cuerda superior (22) y una varilla inferior (24), para la suspensión de una o más de dichas una o más plomadas (4, 4').
5. Un sistema de monitorización (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 4, en el que dicho sistema está configurado para comunicar de forma automática a una unidad externa (20) una alerta en caso de que se cumpla un criterio de alerta predeterminado; haciendo referencia dichos criterios de alerta, opcionalmente, a una magnitud específica de desplazamiento de la torre de aerogenerador.
- 35 6. Un sistema de monitorización (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 5, en el que dicha unidad externa (20) es un servidor de internet adaptado para la recepción y almacenamiento de dicho(s) parámetro(s) que representa(n) el desplazamiento de la torre de aerogenerador (2).
7. Un dispositivo (200) adaptado para ser montado sobre una pared interior (34) de una torre de aerogenerador (2) y para la monitorización del desplazamiento de dicha torre de aerogenerador; dicho dispositivo comprende un sistema de monitorización (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 6;
- 40 - en el que dichas una o más plomadas (4, 4') y dichos dos o más sensores (14, 14', 14'') están encerrados en el interior de una carcasa (36), y en el que dichas una o más plomadas (4, 4') están suspendidas de forma giratoria en dichos medios de suspensión (10) desde una parte superior de dicha carcasa en un punto de fijación (38) de la misma.
- 45 8. Un dispositivo (200) según la reivindicación 7, en el que dicha carcasa (36) comprende uno o más medios de montaje (40) para el montaje de dicha carcasa sobre una pared interior de una torre de aerogenerador (2), dichos uno o más de dichos uno o más medios de montaje (40) comprenden opcionalmente uno o más imanes.
9. Un dispositivo (200) según cualquiera de las reivindicaciones 7 - 8, en el que dicha carcasa comprende:

- una parte inferior (46) que comprende dichas una o más plomadas (4, 4') y dichos dos o más sensores (14, 14', 14'');
 - y una parte superior tubular (48) que se extiende en una dirección vertical desde una abertura (50) de una pared superior (52) de dicha parte inferior (46);
- 5 en el que dichos medios de suspensión (10) están fijados de forma giratoria en un punto de fijación (38) en una parte superior (54) de dicha parte superior tubular (48), permitiendo de esta forma que dicha parte superior tubular aloje dichos medios de suspensión (10).
10. Utilización de un sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 6 o de un dispositivo (200) según cualquiera de las reivindicaciones 7 – 9 para la monitorización del desplazamiento de una torre de aerogenerador (2); preferiblemente para determinar un desplazamiento entre un miembro de base (56) y un miembro de cimientado (58) de una torre de aerogenerador (2).
- 10 11. Un método para la monitorización de un desplazamiento de una torre de aerogenerador (2), dicho método comprende:
- 15 i) proporcionar una o más plomadas (4, 4'), comprendiendo cada una de ellas una parte superior (6) y una parte inferior (8), estando cada plomada configurada para estar suspendida de forma giratoria en su parte superior, a través de unos medios de suspensión (10);
- ii) suspender dichas una o más plomadas (4, 4') desde un punto de fijación (38) en una pared interior (34) de una torre de aerogenerador (2) en unos medios de suspensión (10) al objeto de permitirle(s) alcanzar una posición de reposo en una situación de reposo;
- 20 iii) proporcionar dos o más sensores (14, 14', 14''), estando cada uno configurado para medir, en una dirección de detección específica (16, 16', 16''), una distancia a dichas una o más plomadas (4, 4'), y de esta forma proporcionar unos datos de desplazamiento;
- iv) disponer dichos dos o más sensores (14, 14', 14'') en una posición de detección próxima a dichas una o más plomadas (4, 4') de tal forma que al menos dos de dichas direcciones de detección (16, 16', 16'') no sean paralelas entre sí;
- 25 caracterizado por que el método comprende además:
- v) proporcionar una unidad de control (18) que está configurada para la recepción de dichos datos de desplazamiento procedentes de dos o más de dichos sensores (14, 14', 14''); y
- vi) permitir que dicha unidad de control comunique de forma automática a una unidad externa (20) un parámetro que representa un desplazamiento de la torre de aerogenerador (2).
- 30 12. Un método según la reivindicación 11, en el que dicho método comunica de forma automática una alerta en caso de que se cumpla un criterio de alerta predeterminado; haciendo referencia dichos criterios de alerta, opcionalmente, a una magnitud específica de desplazamiento de la torre de aerogenerador (20).
13. Un método según la reivindicación 11 o 12 llevado a cabo por medio de la utilización de un sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 6 o por medio de la utilización de un dispositivo (200) según cualquiera de las reivindicaciones 7 – 9.
- 35 14. Una torre de aerogenerador (300) que comprende un sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 6, o que comprende un dispositivo (200) según cualquiera de las reivindicaciones 7 – 9.
15. Un aerogenerador (400) que comprende una torre de aerogenerador (300) según la reivindicación 14.

40

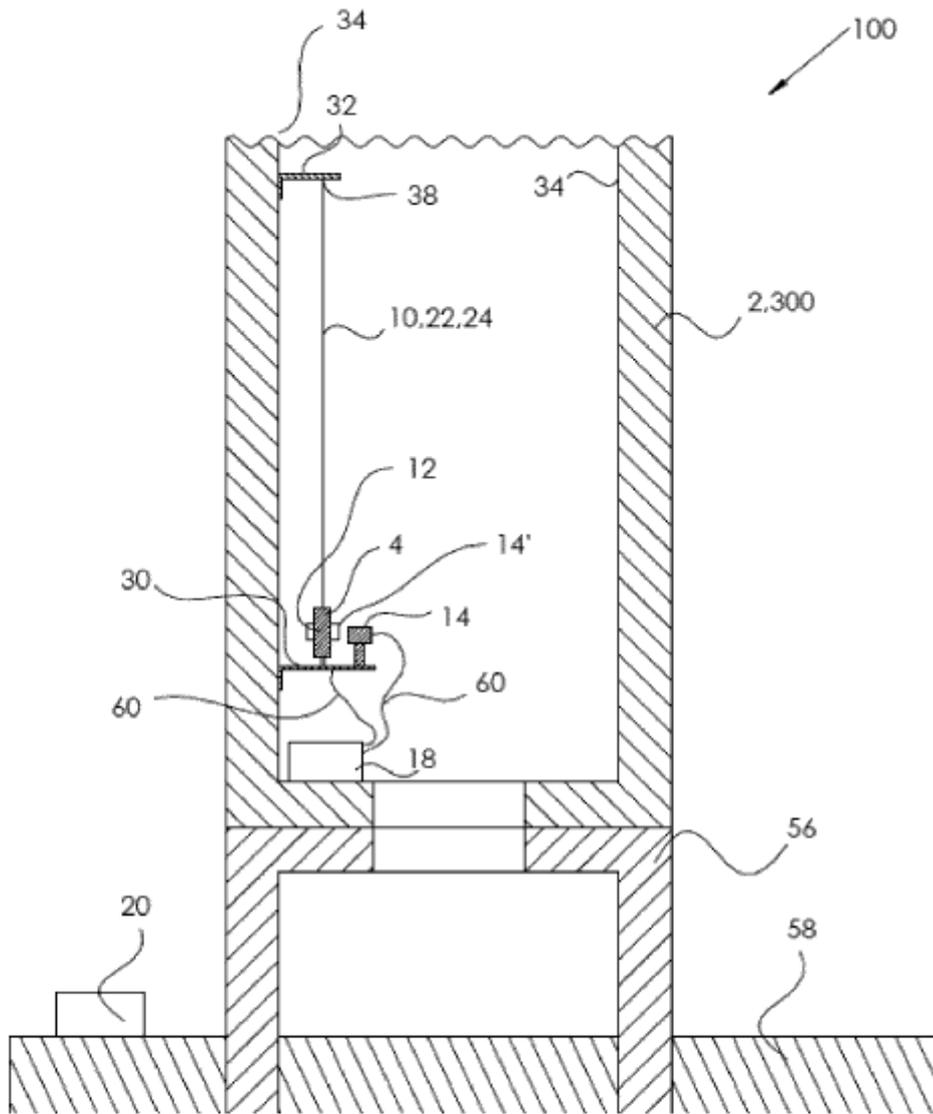


Fig. 1

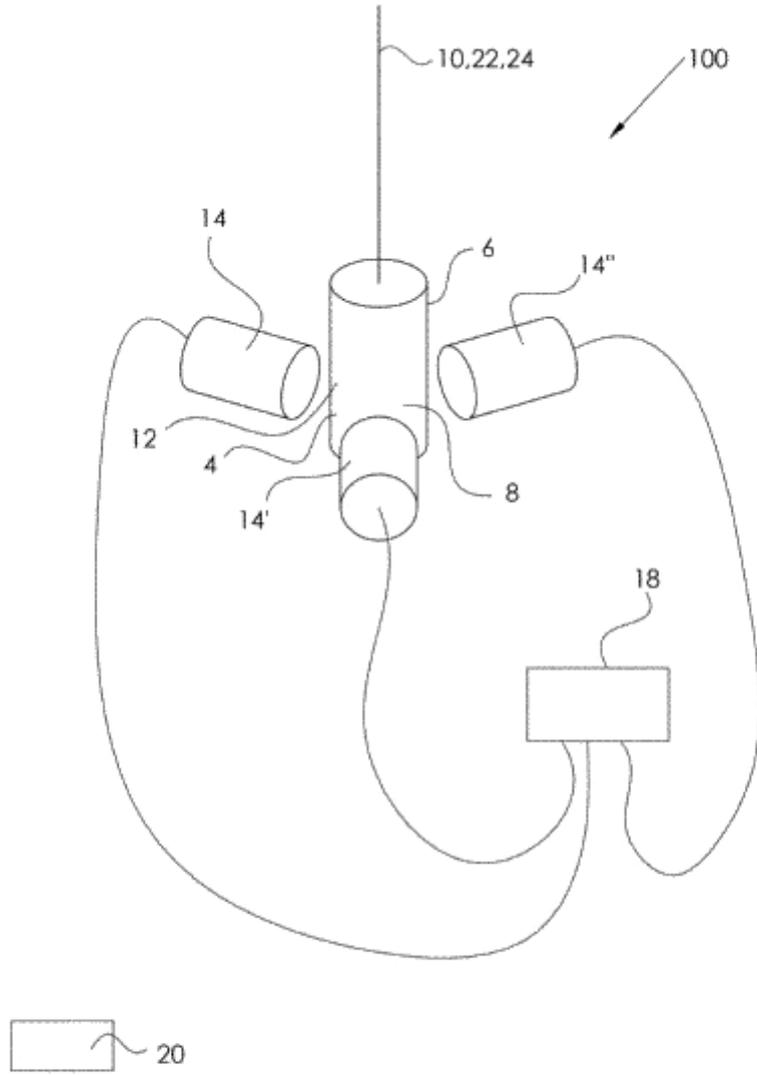


Fig. 2a

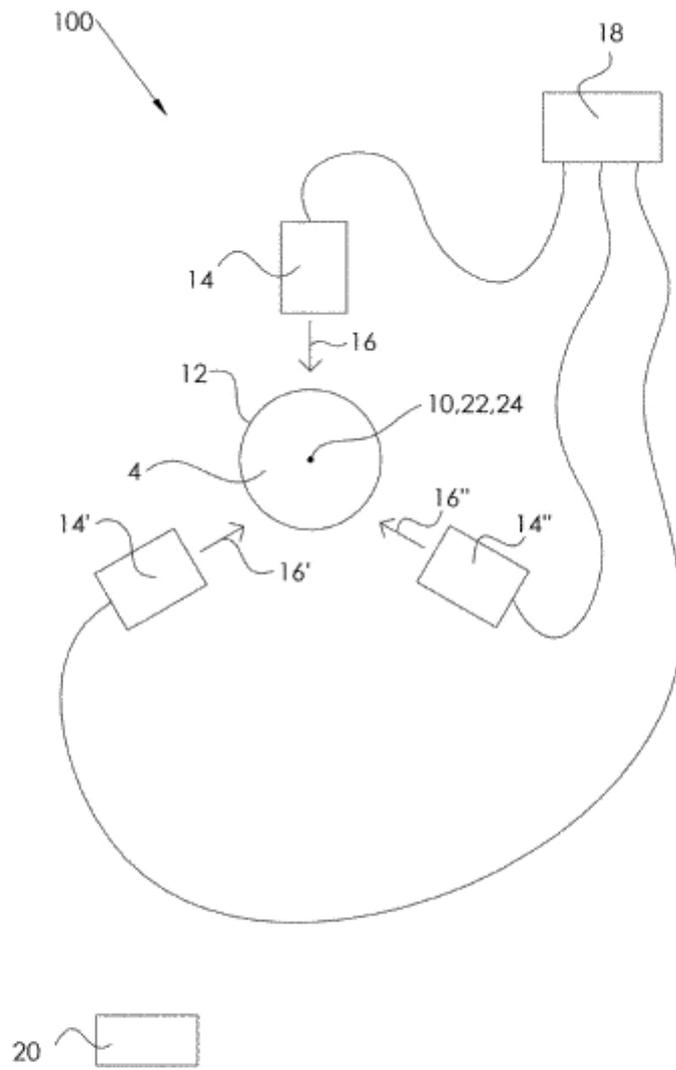


Fig. 2b

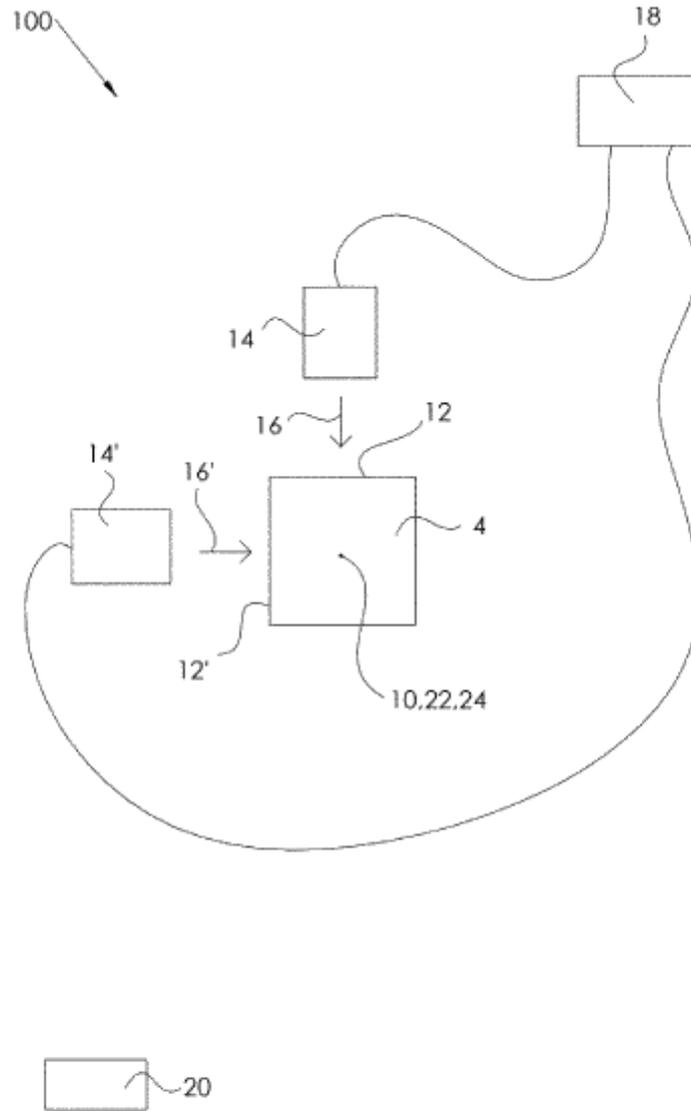


Fig. 3

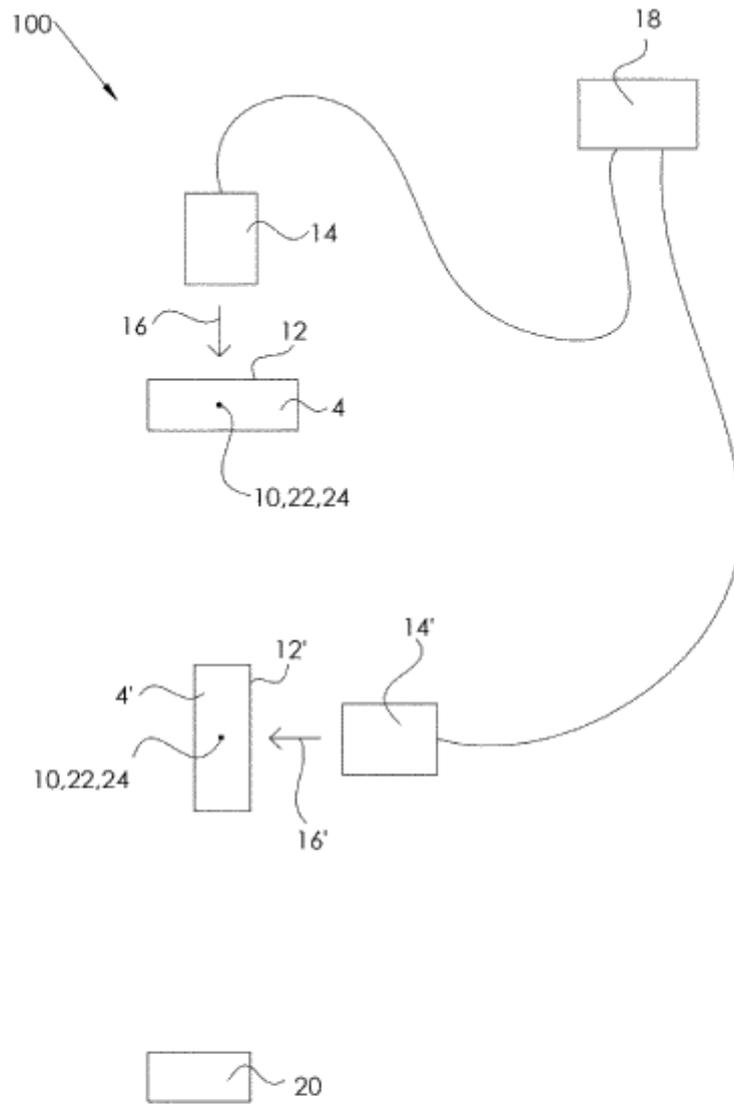


Fig. 4

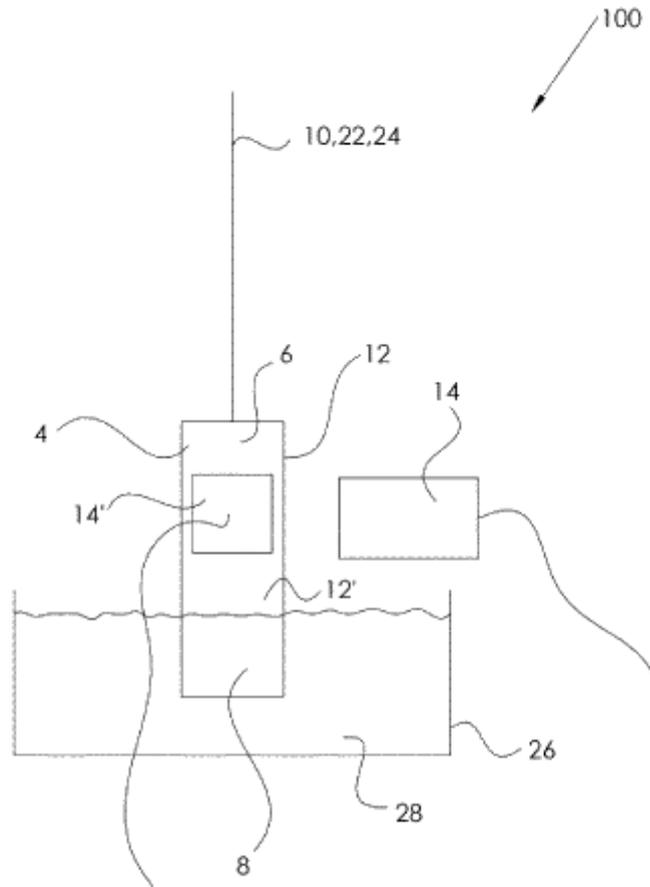


Fig. 5

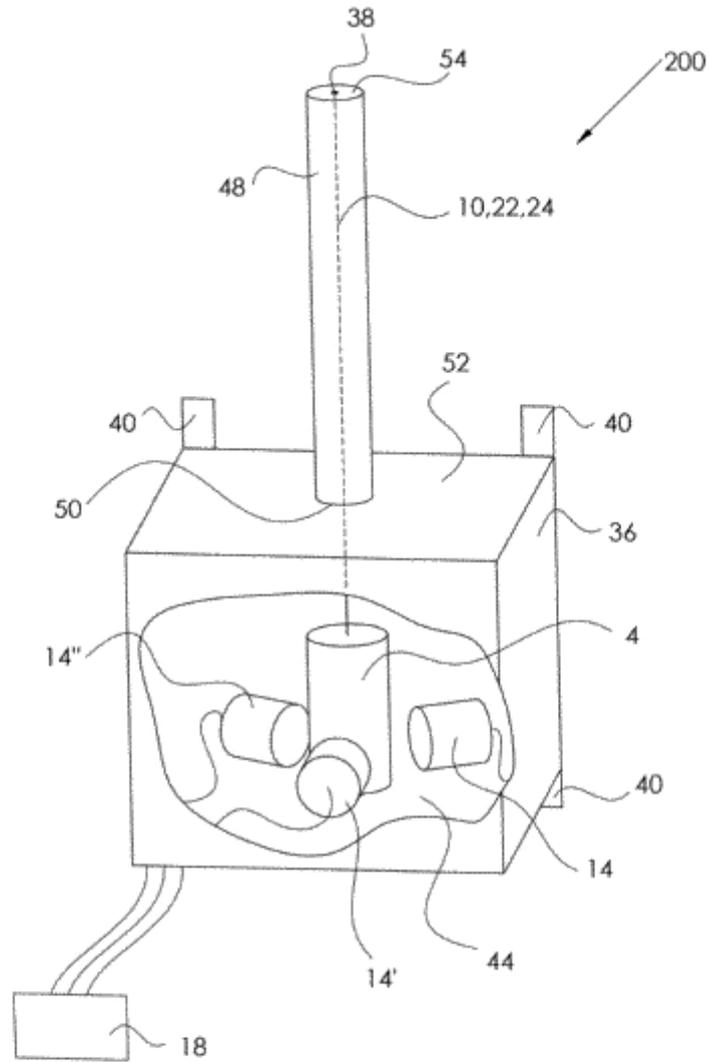


Fig. 6