

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 777**

21 Número de solicitud: 202230280

51 Int. Cl.:

**G01N 17/04** (2006.01)

**G01N 33/38** (2006.01)

**G01N 33/46** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**28.03.2022**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**06.11.2023**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**16.10.2024**

Fecha de concesión:

**08.11.2024**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**15.11.2024**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)  
Plaza de Santa Cruz, 8  
47002 Valladolid (Valladolid) ES**

72 Inventor/es:

**BASTERRA OTERO, Luis Alfonso;  
IZQUIERDO FUENTE, Alberto;  
VILLACORTA CALVO, Juan José;  
DEL VAL PUENTE, Lara;  
LORENZANA IBÁN, Antolín;  
ACUÑA RELLO, Luis;  
CASADO SANZ, Milagros;  
BALMORI ROIZ, José Antonio;  
MARTÍNEZ LÓPEZ, Roberto Diego;  
LÓPEZ RODRÍGUEZ, Gamaliel y  
MAGDALENO GONZÁLEZ, Álvaro**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

54 Título: **Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica**

57 Resumen:

Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1) que comprende una carcasa (2) hueca unida a un vástago (21) hueco exterior a dicha carcasa (2), al menos un primer sensor (31) de humedad y/o de temperatura en la unión (22) del vástago (21) con la carcasa (2), y al menos un segundo sensor (32) de aceleración, de cara a dar con un sistema económico, fácil de implementar durante la ejecución de las obras, y una vez terminadas, que reduzca el coste de mantenimiento y conservación de las estructuras arquitectónicas (1), y prolongue su vida útil.

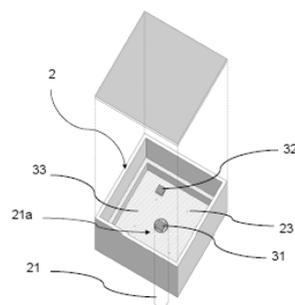


FIG 2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 952 777 B2

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica

### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente solicitud de patente tiene por objeto un dispositivo de medición para una estructura arquitectónica, que comprende una carcasa hueca unida a un vástago hueco, según la reivindicación 1, siendo capaz de adquirir simultáneamente datos de temperatura, humedad y vibraciones, como las principales variables físicas de interés estructural, incorporando notables ventajas, especialmente en la monitorización de estructuras de madera.

### 15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la actualidad existe un gran número de construcciones arquitectónicas que forman parte del patrimonio cultural. Con respecto a dichos bienes inmuebles se viene promoviendo su conservación y restauración, previo análisis y comprensión de su configuración morfológica y su funcionamiento estructural. Además, la normativa actual establece como obligaciones de los propietarios y usuarios el conservar en buen estado las nuevas edificaciones, mediante un adecuado uso y mantenimiento, de acuerdo con las instrucciones de uso contenidas en la documentación del proyecto, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada. Por ello se hace necesario programar una serie de operaciones e inspecciones periódicas, así como documentar todas las intervenciones y reformas que se hagan durante la vida útil, archivando todo en el denominado libro del edificio. Así, aparece el término de "sistema de gestión de la estructura", contemplando el establecimiento de unas inspecciones periódicas, así como el archivo documental completo de la estructura original y de los proyectos de reparaciones, refuerzos y ampliaciones que se puedan llevar a cabo.

La responsabilidad de la integridad de las construcciones recae principalmente en la estructura del inmueble. Y uno de los mayores problemas a la hora de conservar y mantener la estructura es que, por su propia concepción, suele permanecer oculta, sobre todo en las nuevas construcciones. Las inspecciones técnicas que se efectúan sobre los edificios para su mantenimiento se basan, en un gran porcentaje, en el reconocimiento visual. La estructura normalmente está escondida tras otros elementos constructivos, dificultando entonces la detección de posibles patologías que puedan estar deteriorándola y, a largo plazo, causar su

ruina. En general, el origen de muchas lesiones suele encontrarse en contenidos altos de humedad, que provocan pérdida de prestaciones en las estructuras de madera, oxidaciones y corrosiones en estructuras de acero, y desprendimientos superficiales en estructuras de hormigón armado por la oxidación de las armaduras interiores.

5

Durante los últimos años se han empezado a implementar sistemas de monitorización continua de estructuras, sobre todo en grandes infraestructuras civiles, como puentes o presas. Este tipo de monitorizaciones, también se están incorporando paulatinamente a las edificaciones históricas. Dichas monitorizaciones pueden estar enfocadas al análisis del comportamiento dinámico de la estructura, de cara a anticipar riesgos a causa de cambios en la respuesta cinemática de la propia estructura. Otro tipo de monitorizaciones se suelen enfocar en el seguimiento de deformaciones, desplazamientos y alteraciones en los contenidos de humedad en determinados elementos constructivos. La monitorización se suele basar en la adquisición de datos a través de dispositivos de medición, también denominados sensores o transductores.

15

Es también conocido, del estado de la técnica, lo descrito en la patente US006192758, acerca de un método para determinar la ubicación del daño estructural en la estructura de un puente. Los pasos incluyen proporcionar un dispositivo de imposición de carga transitoria, viajar el dispositivo sobre el puente y luego a lo largo del puente, detectar la respuesta vibratoria del puente, incluidos los cambios de frecuencia durante el viaje, y determinar la posición del dispositivo en relación con un cambio de frecuencia por debajo de un valor seleccionado.

20

Es por otro lado conocido, del estado de la técnica, lo descrito en la patente EP2112375, acerca de un método para detectar la formación de hielo en las palas de un aerogenerador. La turbina eólica tiene al menos una pala de turbina montada en un rotor y provista de al menos un primer sensor de tensión para medir la tensión mecánica de la pala de turbina. El método comprende detectar cambios en una señal de salida del sensor de tensión debido a cambios en la masa del álabe de turbina provocados por la formación de hielo en el álabe de turbina.

30

Así, y a la vista de todo lo anterior, se aprecia la necesidad de dar todavía con un sistema económico, fácil de implementar durante la ejecución de las obras, y una vez terminadas, que reduzca el coste de mantenimiento y conservación de las estructuras, y prolongue la vida útil de las construcciones arquitectónicas.

35

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca en el sector de la edificación y rehabilitación, concretamente en el campo de la monitorización de la salud estructural de las construcciones para mejorar su mantenimiento. Su objeto, a la vista de todo lo expuesto en el apartado de  
5 antecedentes, es crear un dispositivo sensor digital de escasas dimensiones capaz de adquirir datos de temperatura, humedad y aceleración simultáneamente.

Dicho dispositivo sensor ha de poderse implementar en sistemas de monitorización estructural que detecten humedad, agente que en exceso deteriora estructuras de cualquier material con  
10 gran celeridad, en especial las estructuras de madera. Al mismo tiempo ha de permitir corregir las lecturas de las aceleraciones, parámetro influenciado por el contenido de humedad, sobre todo en estructuras de madera.

Se busca además que estos dispositivos sean de bajo costo, a diferencia de los acelerómetros analógicos, lo cual permite aumentar el número de unidades de vigilancia. La presencia de  
15 más puntos de lectura facilita la detección precoz de patologías en la estructura, así como obtener FRFs (Función de respuesta de frecuencia) más precisas.

Más en particular, el dispositivo de medición para una estructura arquitectónica comprende una carcasa hueca unida a un vástago hueco exterior a dicha carcasa, al menos un primer  
20 sensor de humedad y/o de temperatura en la unión del vástago con la carcasa, y al menos un segundo sensor de aceleración. De este modo, un mismo dispositivo de medición tiene la capacidad de detectar valores de dos variables diferentes como son la humedad y/o la  
25 temperatura, y la aceleración, es decir, las vibraciones, incrementando las posibilidades del diagnóstico del estado de la estructura arquitectónica.

Ventajosamente, a la carcasa va unida a un vástago hueco, preferiblemente de plástico, el cual se introduce en elementos estructurales, que frecuentemente son madera, garantizando  
30 la lectura correcta del contenido de humedad.

Preferentemente el primer sensor es de humedad y de temperatura, de manera que un mismo dispositivo de medición tiene la capacidad de detectar valores de tres variables diferentes, como son la humedad, la temperatura, y la aceleración, maximizando posibilidades del  
35 diagnóstico del estado de la estructura arquitectónica.

Opcionalmente, el primer sensor de humedad y de temperatura, y/o el segundo sensor de aceleración, están montados sobre una placa electrónica en el interior de la carcasa hueca, de manera que el sensor de humedad y de temperatura tiene más posibilidades de colocación, al poderse transmitir dicha humedad y temperatura por la cavidad interior de la carcasa.

5

Adicionalmente, el dispositivo de medición comprende un conversor A/D en conexión con el primer sensor de humedad y de temperatura y/o con el segundo sensor de aceleración, siendo dicho conversor A/D un conversor de señal analógica a digital. De este modo las señales pueden transmitirse con mayor fiabilidad y rapidez, al tiempo que pueden ser procesadas con mayor precisión por un gran número de dispositivos electrónicos.

10

Mencionar en este punto que los sensores analógicos transforman las lecturas en señales eléctricas y permiten medir, entre otras cosas, aceleración, humedad, temperatura, tensión o presión. Por otro lado, los sensores digitales, que transforman las lecturas en bits. Dichos dispositivos, llamados MEMS (Sistemas Micro Electromecánicos), pueden adquirir también gran variedad de magnitudes físicas, como la aceleración, la presión del aire, la calidad del aire o la temperatura. Los sensores digitales pueden tener más fiabilidad y exactitud que los analógicos, y tienen un tamaño muy reducido, de escasos milímetros.

15

Uno de los problemas a la hora de monitorizar una estructura, y caracterizar su comportamiento dinámico, es el gran número de sensores necesarios, impacto visual y su alto precio. Por medio de los sensores digitales, y en concreto con los acelerómetros capacitivos de tipo MEMS, se amplía el espectro y rango de las monitorizaciones, ya que se pueden implementar muchos más puntos de control por su bajo coste y mínimo tamaño.

20

25

Así, y más específicamente, el primer sensor de humedad y de temperatura, y/o el segundo sensor de aceleración son un sensor digital tipo MEMS, el cual comprende integrado un conversor A/D, presentando un menor tamaño, una mayor precisión y fiabilidad, a un menor coste.

30

Complementariamente, la placa electrónica comprende medios de transmisión de datos cableados, de modo que la transmisión de la información y de los datos se realiza de manera más fiable y rápida.

35

Alternativamente, la placa electrónica comprende medios de transmisión de datos inalámbricos, de manera que no hace falta un cableado específico para la transmisión de la

información a distancia, siendo por tanto un dispositivo de medición más fácilmente escamoteable en la estructura arquitectónica.

5 Según otro aspecto de la invención, el dispositivo de medición comprende una batería, de modo que presenta una mayor autonomía energética.

10 Por otro lado, el dispositivo de medición comprende una memoria de datos, de manera que no es imprescindible una transmisión inmediata y simultánea de la información detectada, sino que es posible almacenarla temporalmente, y enviarla en bloques.

Cabe señalar que la unión de la carcasa hueca con el vástago hueco es pasante, de modo que el aire con valores de humedad y temperatura presente en el interior del vástago hueco, se puede transmitir sin impedimento físico a otros puntos del dispositivo de medición.

15 Más en detalle, el primer sensor de humedad y/o de temperatura está situado en el interior del vástago hueco, y preferentemente, en la zona adyacente con la unión de la carcasa hueca, para una mejor transmisión de los valores de humedad y temperatura presentes en el interior del vástago hueco.

20 En una realización preferida de la invención, la carcasa comprende medios de fijación a la estructura arquitectónica, para una mejor sujeción, y sin necesidad de elementos adicionales para el operario montador. Alternativamente, se puede fijar mediante clavos o cola, sin limitar sus prestaciones funcionales. Así, se observa que la carcasa se fija a la estructura monitorizada, simplemente con medios mecánicos de uso común.

25 Opcionalmente, el dispositivo de medición presenta una carcasa que es de material plástico, ofreciendo buenas prestaciones de robustez y flexibilidad, al tiempo que de precio.

30 Y en concreto, dicho material plástico de la carcasa es obtenido a través del reciclaje, contribuyendo a no dañar el medio ambiente.

35 Así la carcasa se producirá preferentemente con plástico reciclado, cubriendo las necesidades de reutilización y almacenamiento de plásticos, ya que las construcciones arquitectónicas tienen una vida útil muy larga, lo que redundará en la conservación del medio ambiente.

- Diversas tipologías de plásticos comparten la característica de no ser biodegradables, ni ser fáciles de reciclar, lo cual hace de ellos una fuente de contaminación importante. La problemática actual de uso y acumulación excesiva de plástico, unido a su largo proceso de descomposición, ha hecho imprescindible su reciclaje. De este modo, los productos de plástico que se convierten en residuos, pueden convertirse en materias primas para su nuevo uso. Este método es bastante fructífero para la economía, además de prevenir la contaminación ecológica. El plástico obtenido a través del reciclaje es barato en comparación con la materia prima básica y necesita menos energía durante su producción.
- 5
- 10 Esta propuesta trata también de aunar ambas problemáticas, por una parte, el reaprovechamiento de plásticos desechables difíciles de destruir y, por otra, el almacenamiento activo en lugares perdurables en el tiempo, como son los sistemas de monitorización fijados a las construcciones.
- 15 Más en particular, el material plástico de la carcasa está obtenido de al menos un procedimiento del grupo de soplado, extrusión, moldeo por inyección, por compresión, por transferencia y/o por presión de líquido, siendo procesos de producción debidamente contrastados que ofrecen claras garantías de calidad del producto.
- 20 En los dibujos adjuntos se muestra, a título de ejemplo no limitativo, un dispositivo de medición para una estructura arquitectónica, constituido de acuerdo con la invención. Otras características y ventajas de dicho dispositivo de medición para una estructura arquitectónica, objeto de la presente invención, resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los
- 25 dibujos que se acompañan.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

- Figura 1: Representación esquemática de un diagrama de bloques de un dispositivo para registrar aceleraciones y contenidos de humedad y temperatura según la presente invención.
- 30 Figura 2: Representación en perspectiva de un ejemplo de realización en detalle de los componentes de un dispositivo para registrar aceleraciones y contenidos de humedad y temperatura según la presente invención.
- Figura 3: Representación en sección de un ejemplo de realización en detalle de los
- 35 componentes de un dispositivo para registrar aceleraciones y contenidos de humedad según la presente invención.

**DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE**

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, comprendiendo las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

En la figura 1 se puede observar una vista esquemática de un diagrama de bloques de un dispositivo para registrar aceleraciones y contenidos de humedad y temperatura en una estructura arquitectónica (1), comprendiendo una carcasa (2) que alberga un primer sensor (31), un segundo sensor (32), una placa electrónica (33) y unos medios de transmisión (35), siendo ilustrativo de una realización básica de la invención.

En la figura 2 se puede observar una vista en perspectiva de un ejemplo de realización en detalle de los componentes de un dispositivo para registrar aceleraciones y contenidos de humedad y temperatura en una estructura arquitectónica (1), incluyendo una carcasa (2) unida a un vástago (21) por un extremo (21a) del mismo, medios de fijación (23) a dicha estructura arquitectónica (1), comprendiendo en su realización básica un primer sensor (31) y un segundo sensor (32) sobre la placa electrónica (33).

En la figura 3 se puede observar una vista en sección de un dispositivo para registrar aceleraciones y contenidos de humedad en una estructura arquitectónica (1), comprendiendo carcasa (2) unida a un vástago (21) por un extremo (21a), conformando una unión (22) entre sí, y hacia la estructura arquitectónica (1) a través de unos medios de fijación (23). Dicha realización incluye al menos un primer sensor (31), un segundo sensor (32), ambos montados sobre una placa electrónica (33), un conversor A/D (34) y medios de transmisión (35) de los datos recogidos, al tiempo que una batería (36) y una memoria (37).

Más en particular, tal y como se observa en las figuras 1, 2 y 3, el dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1) comprende una carcasa (2) hueca unida a un vástago (21) hueco exterior a dicha carcasa (2), al menos un primer sensor (31) de humedad y/o de temperatura en la unión (22) del vástago (21) con la carcasa (2), y al menos un segundo sensor (32) de aceleración. Precisar que el vástago (21) hueco puede presentar una forma circular o prismática, estando su uso orientado principalmente a estructuras arquitectónicas (1) de madera.

35

En una realización preferida de la invención, tal y como se observa en las figuras 1, 2 y 3, el primer sensor (31) es de humedad y de temperatura, simultáneamente.

5 Complementariamente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el primer sensor (31) de humedad y de temperatura, y/o el segundo sensor (32) de aceleración, están montados sobre una placa electrónica (33) en el interior de la carcasa (2) hueca.

10 Según otro aspecto de la invención, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1) comprende un convertor A/D (34) en conexión con el primer sensor (31) de humedad y de temperatura y/o con el segundo sensor (32) de aceleración.

15 Más específicamente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el primer sensor (31) de humedad y de temperatura, y/o el segundo sensor (32) de aceleración son un sensor digital tipo MEMS.

Opcionalmente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, la placa electrónica (33) comprende medios de transmisión (35) de datos cableados, en concreto de tipo Ethernet y/o Ethercat.

20 Alternativamente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, la placa electrónica (33) comprende medios de transmisión (35) de datos inalámbricos, en particular de tipo Bluetooth y/o Wi-Fi.

25 Cabe mencionar que, tal y como se observa en las figura 3, el dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), puede comprender una batería (36).

Y adicionalmente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, comprende una memoria (37) de datos.

30 Cabe señalar que, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, la unión (22) de la carcasa (2) hueca con el vástago (21) hueco es pasante.

35 Según una realización preferente de la invención, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el primer sensor (31) de humedad y/o de temperatura está situado en el interior del vástago (21) hueco.

Adicionalmente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, la carcasa (2) comprende medios de fijación (23) a la estructura arquitectónica (1).

5 Señalar por otro lado, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, que la carcasa (2) puede ser hueca y de material plástico, preferiblemente de forma prismática.

Mencionar que existen diferentes tipos de polímeros dependiendo de su origen, ya sea natural o artificial, en función de su reacción al calor, termoplásticos o termoestables, o según su estructura molecular: los amorfos o transparentes, los cristalizables, los semicristalizables y 10 los elastómeros o cauchos. La mayoría de los plásticos son impermeables, resistentes, y buenos aislantes acústicos, eléctricos y térmicos. Además, son poco densos, económicos en su fabricación, fáciles de trabajar y moldear, resistentes a la corrosión y a muchos elementos químicos.

15 Opcionalmente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el material plástico de la carcasa (2) es obtenido a través del reciclaje.

Según otro aspecto de la invención, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el material plástico de la carcasa (2) está obtenido de al menos un procedimiento del grupo de soplado, 20 extrusión, moldeo por inyección, por compresión, por transferencia y/o por presión de líquido.

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los componentes empleados en la implementación de la dispositivo de medición para una estructura arquitectónica, podrán ser convenientemente sustituidos por otros que sean 25 técnicamente equivalentes, y no se aparten de la esencialidad de la invención ni del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación de la siguiente lista.

**Lista referencias numéricas:**

- 30 1 estructura arquitectónica  
2 carcasa  
21 vástago  
21a extremo  
22 unión  
35 23 medios de fijación  
31 primer sensor

- 32 segundo sensor
- 33 placa electrónica
- 34 conversor A/D
- 35 medios de transmisión
- 5 36 batería
- 37 memoria

## REIVINDICACIONES

- 1- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1) que comprende una carcasa (2) hueca unida a un vástago (21) hueco exterior a dicha carcasa (2), que  
5 comprende al menos un primer sensor (31) de humedad y/o de temperatura en la unión (22) del vástago (21) con la carcasa (2), y al menos un segundo sensor (32) de aceleración, donde el primer sensor (31) es de humedad y de temperatura, y donde el primer sensor (31) de humedad y de temperatura, y/o el segundo sensor (32) de aceleración, están montados sobre una placa electrónica (33) en el interior de la carcasa (2) hueca, caracterizado por que  
10 comprende un conversor A/D (34) en conexión con el primer sensor (31) de humedad y de temperatura y/o con el segundo sensor (32) de aceleración, donde el primer sensor (31) de humedad y de temperatura, y/o el segundo sensor (32) de aceleración son un sensor digital tipo MEMS.
- 15 2- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que la placa electrónica (33) comprende medios de transmisión (35) de datos cableados.
- 20 3- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que la placa electrónica (33) comprende medios de transmisión (35) de datos inalámbricos.
- 4- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una batería (36).
- 25 5- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una memoria (37) de datos.
- 6- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según cualquiera de las  
30 reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unión (22) de la carcasa (2) hueca con el vástago (21) hueco a través de la de la carcasa (2) está configurada de modo que el aire con valores de humedad y temperatura presente en el interior del vástago (21) hueco, se puede transmitir sin impedimento físico a otros puntos del dispositivo de medición.
- 35 7- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según la reivindicación 6, caracterizado por que el primer sensor (31) de humedad y/o de temperatura está situado en

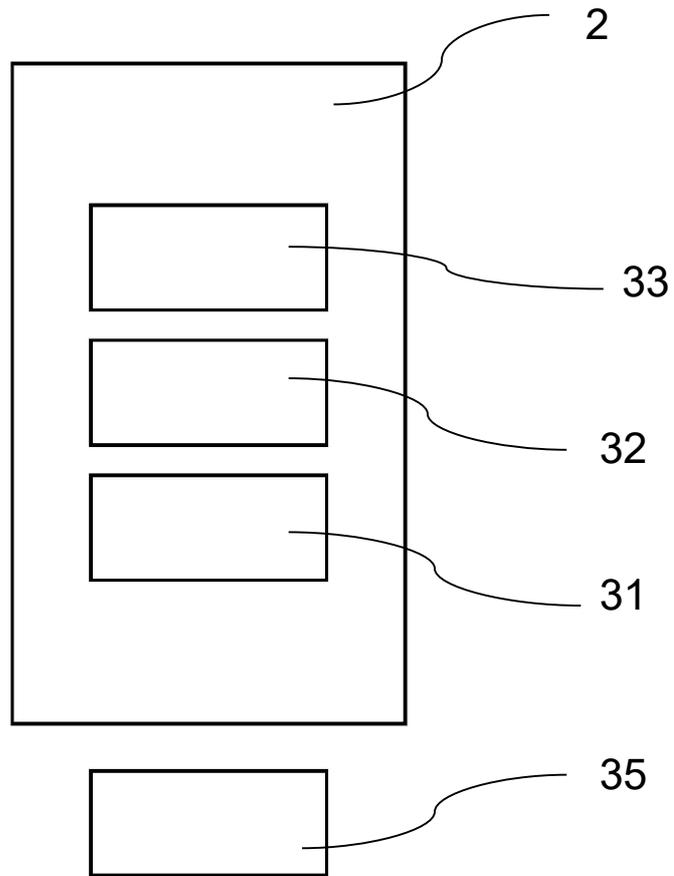
el interior del vástago (21) hueco.

8- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la carcasa (2) comprende medios de  
5 fijación (23) a la estructura arquitectónica (1).

9- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la carcasa (2) es de material plástico.

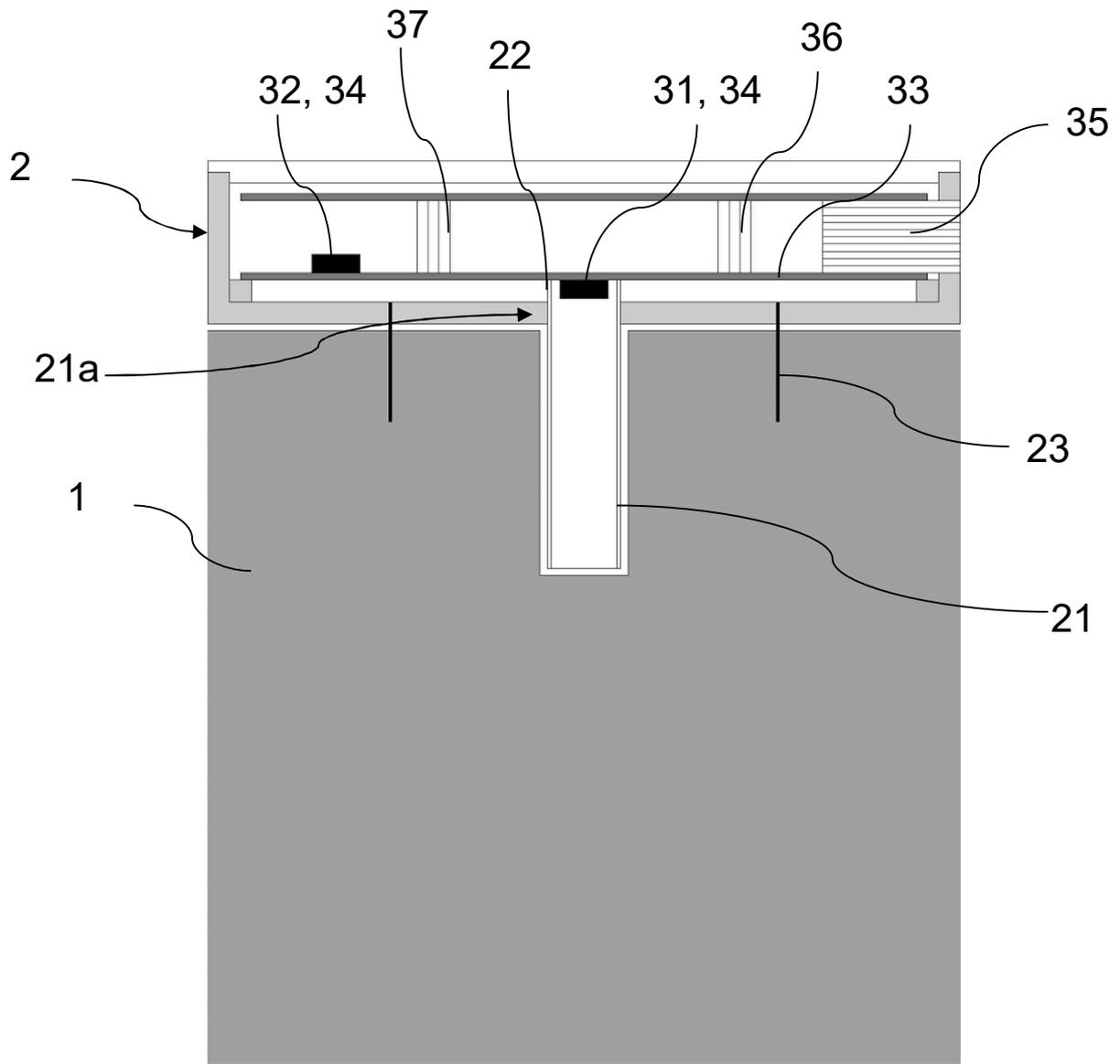
10 10- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según la reivindicación 9, caracterizado por que el material plástico de la carcasa (2) es obtenido a través del reciclaje.

11- Dispositivo de medición para una estructura arquitectónica (1), según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, caracterizado por que el material plástico de la carcasa (2) está  
15 obtenido de al menos un procedimiento del grupo de soplado, extrusión, moldeo por inyección, por compresión, por transferencia y/o por presión de líquido.



**FIG 1**





**FIG 3**