

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 678**

51 Int. Cl.:

<b>F16B 31/02</b>	(2006.01)
<b>B25B 23/14</b>	(2006.01)
<b>G01L 5/24</b>	(2006.01)
<b>G01L 5/00</b>	(2006.01)
<b>G01N 29/07</b>	(2006.01)
<b>G01N 29/24</b>	(2006.01)
<b>G01N 29/032</b>	(2006.01)
<b>G01N 29/04</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2021 PCT/IB2021/059495**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2022 WO22084813**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2021 E 21801631 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024 EP 4232722**

54 Título: **Elemento de sujeción sensorizado**

30 Prioridad:

**22.10.2020 IT 202000024937**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.01.2025**

73 Titular/es:

**TOKBO S.R.L. (100.00%)  
Via Piave 28/30  
20837 Veduggio con Colzano (MB), IT**

72 Inventor/es:

**VILLA, MATTEO;  
ORNAGHI, DAVIDE y  
BONIOLO, IVO EMANUELE FRANCESCO**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 993 678 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**

Elemento de sujeción sensorizado

**5 Campo de la invención**

La presente invención encuentra aplicación en el campo de los elementos de sujeción tales como, por ejemplo, tornillos y pernos. Más en detalle, la invención se refiere a elementos de sujeción con sensores para supervisar el estado de sujeción, tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

10

**Estado de la técnica**

Los elementos de sujeción se utilizan para diversas aplicaciones. Los usos de ejemplo, no limitativos, están en vehículos, edificios, instalaciones de infraestructuras, construcción naval, hidráulica y fábricas.

15

En general se requieren condiciones de sujeción adecuadas para garantizar la seguridad del sistema en el que se proporcionan los elementos de sujeción, y para prevenir el riesgo de desprendimiento de partes fijas o móviles, especialmente cuando están sometidas a tensión. Además de una instalación inicial apropiada de los elementos necesarios, debería ser importante supervisar que las condiciones de sujeción no se deterioran con el tiempo.

20

El documento de la técnica anterior EP 2339310 describe un sistema para medir la fuerza de sujeción activa en un tornillo por medio de un sensor de ultrasonidos. El sensor, de tipo piezoeléctrico, se monta en la cabeza de un tornillo, y en cuanto recibe energía eléctrica transmite ultrasonidos a lo largo del tornillo. Los ultrasonidos se reflejan en el extremo opuesto del tornillo y son recogidos de nuevo por el sensor que convierte los ultrasonidos de nuevo en una señal eléctrica, con cierto retardo causado por la transmisión de ultrasonidos entre los dos extremos del tornillo.

25

El retardo medido se utiliza para determinar la longitud del tornillo, que está relacionada con la fuerza de sujeción aplicada. Es decir, el apriete más intenso de una tuerca en el tornillo que incorpora el sensor hace que aumente la longitud del tornillo y como consecuencia también aumenta el tiempo de recorrido de los ultrasonidos.

30

El documento WO 2017108051 describe otro ejemplo de un tornillo equipado con un transductor ultrasónico. El transductor incluye al menos la fuente de alimentación, un elemento de transducción y una interfaz de comunicación. Pueden incluirse partes opcionales adicionales en el mismo transductor, unidas al mismo o incluidas en una unidad externa.

35

**Resumen de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un elemento de sujeción que permita un ensamblaje, un uso y un mantenimiento sencillos. Otro objeto de la invención es proporcionar un manejo central de los datos medidos incluso entre un gran número de elementos de sujeción.

40

Este y otros objetos se cumplen mediante un elemento de sujeción y un sistema de supervisión tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones adjuntas.

45

En particular, según la invención, el sensor de ultrasonidos se fija a una superficie de base plana de un cuerpo de sujeción, tal como un tornillo, desde el cual pueden propagarse ultrasonidos hasta alcanzar otra superficie de base paralela, en la que se reflejan. Es posible fijar y retirar un elemento de cubierta práctico a y desde el cuerpo de sujeción y está equipado con unidades que asisten y manejan el funcionamiento del sensor. En concreto se proporciona una fuente de alimentación, una unidad de control electrónica y un módulo de comunicación, preferiblemente en forma inalámbrica.

50

La forma extraíble de la fuente de alimentación, el controlador y el módulo de comunicación simplifica la recarga del sistema, así como el mantenimiento, la sustitución o la reprogramación de estos componentes, sin tener que retirar el elemento de sujeción al completo de su posición operativa. Además, al retirar el elemento de cubierta se simplifica el apriete del cuerpo de sujeción.

55

El módulo de comunicación permite enviar la información detectada, de manera que un solo procesador puede interrelacionarse con muchos elementos de sujeción al mismo tiempo y proporcionar una imagen completa del estado de sujeción de todo un sistema.

60

En la realización preferida se proporciona también una unidad de memoria, que está fijada al sensor y no se retira del cuerpo de sujeción con el elemento de cubierta. Esta memoria puede almacenar ventajosamente datos de identificación y parámetros específicos del cuerpo de sujeción. Por tanto, incluso en caso de intercambio accidental de los elementos de cubierta de diferentes elementos de sujeción, la información transmitida por el módulo de comunicación siempre identificará de forma unívoca el cuerpo de sujeción en el cual se origina la información.

65

5 Los parámetros específicos del cuerpo de sujeción también cuentan para las posibles diferencias de construcción de los distintos cuerpos de sujeción, introducidas intencionadamente o causadas por tolerancias de la construcción. Por ejemplo, las diferentes longitudes de dos cuerpos de sujeción causarán distintos tiempos de transmisión de los ultrasonidos, lo que afectará significativamente a la medida de la fuerza de sujeción. Por tanto, los parámetros específicos preferidos almacenados en la memoria incluirán datos de calibración que permiten asociar la fuerza de sujeción con los valores de la magnitud medida. Al almacenar estos datos en una memoria que se fija al sensor, y no en el elemento de cubierta, se prevendrán errores de medida que de lo contrario se producirían en el caso de intercambio de elementos de cubierta de diferentes cuerpos de sujeción.

10 En realizaciones especialmente ventajosas, pueden integrarse sensores adicionales en el elemento de cubierta o directamente en el cuerpo de sujeción, de manera que la señal transmitida proporcionará información sobre un paquete de magnitudes físicas adquiridas en localizaciones particulares del sistema.

15 Las características y ventajas adicionales de la invención serán reconocibles por un experto en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones de ejemplo de la invención.

### Breve descripción de las figuras

20 Las figuras adjuntas muestran, a modo de ejemplo y sin limitación, ejemplos que serán útiles para entender algunas realizaciones de la invención, y en particular:

- la Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un elemento de sujeción según una realización de la invención,

25 - la Figura 2 muestra una vista frontal en sección de un detalle de un cuerpo de sujeción del elemento de sujeción de la Figura 1,

- las Figuras 3 y 4 muestran una vista en perspectiva y una vista frontal del cuerpo de sujeción y de algunas partes de un módulo de medida del elemento de sujeción de la Figura 1,

30 - las Figuras 5 y 6 muestran una vista en perspectiva en sección parcial y una vista inferior de un elemento de cubierta y del módulo de medida del elemento de sujeción de la Figura 1 pero, solo por simplificar la visualización, sin el elemento de sujeción,

35 - las Figuras 7 y 8 muestran vistas superior e inferior de una placa electrónica incluida en el elemento de cubierta del elemento de sujeción de la Figura 1,

- las Figuras 9, 10 y 11 muestran una placa electrónica incluida en el módulo de medida del elemento de sujeción de la figura 1, en una vista superior y en dos vistas inferiores, antes y después de fijar un sensor de ultrasonidos, y

40 - la Figura 12 muestra esquemáticamente un sistema de control según una realización de la invención.

### Descripción detallada

45 Las figuras muestran un elemento de sujeción, designado generalmente por el número 1.

50 El elemento 1 de sujeción comprende un cuerpo 2 de sujeción que tiene una función de sujeción mecánica, en solitario o en cooperación con otros cuerpos de sujeción complementarios (no mostrados) que pueden proporcionarse conjuntamente o por separado del elemento 1 de sujeción. Por ejemplo, el cuerpo 2 de sujeción del elemento 1 de sujeción puede ser un tornillo, y la sujeción puede garantizarse por la cooperación con otro cuerpo de sujeción, p. ej., una tuerca.

55 El término cuerpo 2 de sujeción se refiere en particular a un cuerpo formado en una sola pieza, que puede tener componentes adicionales fijados al mismo como se explica más adelante.

El cuerpo 2 de sujeción tiene una primera parte 21 de extremo que define preferiblemente una cabeza del cuerpo 2 de sujeción.

60 El cuerpo 2 de sujeción también tiene una segunda parte 22 de extremo separada de la primera parte 21 de extremo a lo largo de una dirección longitudinal X-X.

65 El cuerpo 2 de sujeción comprende un vástago 23 fijado a la cabeza, que se extiende principalmente en dirección longitudinal X-X entre las partes 21, 22 de extremo primera y segunda. Preferiblemente, la segunda parte 22 de extremo define un extremo libre del vástago 23.

Además, el vástago 23 puede estar formado al menos parcialmente con roscas o no tener ninguna rosca. Debe observarse que la invención es especialmente ventajosa para cualquier tipo de cuerpo 2 de sujeción cuyo vástago 23 puede alargarse o acortarse cuando se somete a fuerzas apropiadas, tales como la fuerza de sujeción aplicada por una tuerca.

5 La primera parte 21 de extremo tiene una primera superficie 24 de base plana, y la segunda parte 22 de extremo tiene una segunda superficie 25 de base plana. Las superficies 24, 25 de base primera y segunda son paralelas entre sí, están separadas en la dirección longitudinal X-X y son transversales a la dirección longitudinal X-X, preferiblemente perpendiculares a la misma.

10 Un módulo 3 de medida (véanse las Figuras 9-11) se fija a la primera superficie 24 de base, p. ej. preferiblemente pero sin limitación a la que identifica la cabeza del cuerpo 2 de sujeción.

15 El módulo 3 de medida comprende un sensor 31 de ultrasonidos. En la realización mostrada en las Figuras 9-11, el sensor 31 de ultrasonidos tiene básicamente forma de disco, transversal a la dirección longitudinal X-X. Además, el módulo 3 de medida comprende un soporte 32, en este caso con una forma anular, que tiene el sensor 31 de ultrasonidos fijado al mismo. No obstante, para mayor sencillez, en algunas figuras el soporte 32 (p. ej., Figuras 3 y 4) se muestra separado del sensor 31 (p. ej., Figura 11).

20 En particular, el sensor 31 de ultrasonidos está en contacto de superficie con la primera superficie 24 de base y está preferiblemente conectado mecánicamente a la misma de una manera sustancialmente permanente, como sucede en todo el módulo 3 de medida. Por ejemplo, dicha conexión mecánica puede obtenerse interponiendo un adhesivo entre la superficie 24 de base y el sensor 31. La viscosidad del adhesivo en uso puede ser seleccionada por el experto en la materia con vistas a optimizar la transmisión de ultrasonidos con el cuerpo 2 de sujeción.

25 No obstante, simplemente para mayor sencillez de visualización pero no según la invención, varias figuras, como las figuras 5 y 6, muestran el sensor 31 separado del cuerpo 2 de sujeción. El sensor 31 de ultrasonidos está configurado para generar, transmitir y recoger vibraciones ultrasónicas. Por ejemplo, el sensor 31 de ultrasonidos puede incluir un transductor piezoeléctrico configurado para generar ultrasonidos cuando se lleva eléctricamente a resonancia, y para generar una señal eléctrica cuando recibe ultrasonidos.

30 Dichos ultrasonidos se propagan desde el sensor 31 a la primera superficie 24 de base, y después al cuerpo 2 de sujeción. Una proporción importante de ultrasonidos se desplaza a lo largo del vástago 23 a la segunda superficie 25 de base, en donde se refleja eficazmente debido a la geometría plana de esta última. A continuación, los ultrasonidos se desplazan a través del vástago 23 hasta llegar de nuevo a la primera parte 21 de extremo y en particular a la primera superficie 24 de base, en donde son recogidos por el sensor 31 de ultrasonidos.

35 Así, el sensor 31 de ultrasonidos puede medir una primera magnitud física del cuerpo 2 de sujeción. El resultado de la medida puede darse simplemente por la señal eléctrica generada por el transductor piezoeléctrico. En este caso, la señal será interpretada por un controlador independiente, tal como se describe a continuación. Alternativamente, el módulo 3 de medida puede comprender componentes electrónicos que son capaces al menos de convertir dicha señal eléctrica en un valor numérico, que representa el resultado de la medida y puede ser en cualquier caso procesado adicionalmente en una unidad de control electrónico.

40 En la realización ilustrada, el módulo 3 de medida comprende una placa electrónica 33, que puede configurarse para realizar una o más de las operaciones de procesamiento mencionadas anteriormente, y/o soportar algunos de los elementos adicionales del módulo 3 de medida tal como se describe a continuación, y/o encaminar la señal de medida del sensor 31 de ultrasonidos, como se detalla a continuación. El sensor 31 de ultrasonidos está conectado a la placa electrónica.

45 La placa electrónica 33 se muestra en forma de disco y está fija en el soporte 32. Más en detalle, el soporte 32 tiene una primera parte anular 32a más estrecha que rodea al sensor 31 de ultrasonidos, y una segunda parte anular 32b más ancha que rodea a la placa electrónica 33. La placa electrónica 33 se muestra en las Figuras 9-11, en las que se ha omitido el soporte 32.

50 En el ejemplo de las figuras, la primera parte 21 de extremo del cuerpo 2 de sujeción se muestra con una nervadura 26 que rodea a la primera superficie 24 de base. La nervadura 26 sobresale de la primera superficie 24 de base en la dirección longitudinal X-X. Por tanto, la primera superficie 24 de base constituye la parte inferior de un rebaje en la primera parte 21 de extremo.

55 Preferiblemente, el módulo 3 de medida está alojado al menos parcialmente dentro de dicho rebaje. En detalle, la primera parte anular 32a del soporte 32 puede estar rodeada al menos parcialmente por la nervadura 26 del cuerpo 2 de sujeción.

60 No obstante, también se contemplan realizaciones en las que ninguna parte del cuerpo 2 de sujeción sobresale longitudinalmente de la superficie 24 de base.

El procesamiento del resultado de la medida por la placa electrónica 33 o por unidades adicionales tal como se describe a continuación puede conducir generalmente a la identificación de valores de diversas magnitudes físicas correlacionadas entre sí. En un primer nivel de procesamiento la primera magnitud física es suministrada por un tiempo de recorrido de ultrasonidos entre las superficies 24, 25 de base primera y segunda (ida y vuelta). Un procesamiento apropiado puede proporcionar una longitud longitudinal del cuerpo 2 de sujeción entre las superficies 24, 25 de base primera y segunda, y por tanto una elongación del cuerpo 2 de sujeción con respecto a una condición de reposo. La magnitud final obtenida en la realización preferida es una fuerza de sujeción que actúa sobre el cuerpo 2 de sujeción, que es la causa de su elongación.

La condición de reposo del cuerpo 2 de sujeción se refiere a una condición en la que no se aplica fuerza de sujeción. Debe observarse que en varias realizaciones, por ejemplo cuando el cuerpo 2 de sujeción está hecho de un material metálico, su longitud no solo se ve influida por la fuerza de sujeción, sino también por la temperatura. Por tanto, la elongación del cuerpo 2 de sujeción debe determinarse ventajosamente comparando su longitud actual con la de la condición de reposo a la misma temperatura.

Para este fin, el módulo 3 de medida comprende preferiblemente un primer sensor 34 de temperatura. El primer sensor 34 de temperatura está enfrente del cuerpo 2 de sujeción y puede estar en contacto con el mismo o separado del mismo. El primer sensor 34 de temperatura está configurado para medir la temperatura del cuerpo 2 de sujeción. En la realización ilustrada, el primer sensor 34 de temperatura está montado en la placa electrónica 33, específicamente en una cara de la placa electrónica 33 que está enfrente del cuerpo 2 de sujeción.

Según la invención, el elemento 1 de sujeción comprende un elemento 4 de cubierta que está diseñado para fijarse de manera extraíble a la primera parte 21 de extremo, p. ej. la cabeza del cuerpo 2 de sujeción, o de forma equivalente al módulo 3 de medida. El módulo 3 de medida está dispuesto preferiblemente entre el cuerpo 2 de sujeción y el elemento 4 de cubierta. Aunque a continuación se hará referencia a la fijación o separación del elemento 4 de cubierta a o desde el cuerpo 2 de sujeción, debe entenderse que dicha fijación o separación puede referirse también al módulo 3 de medida.

Al fijar el elemento 4 de cubierta al cuerpo 2 de sujeción, se establece al menos un contacto eléctrico entre uno o más componentes del módulo 3 de medida y uno o más componentes del elemento 4 de cubierta.

En la realización preferida, se incluyen primeros elementos 51 de contacto y segundos elementos 52 de contacto (Figuras 8 y 9) en el módulo 3 de medida y en el elemento 4 de cubierta para este fin. En un ejemplo, tal como se muestra en las figuras, los primeros elementos 51 de contacto se incluyen en el módulo 3 de medida y los segundos elementos 52 de contacto se incluyen en el elemento 4 de cubierta. No obstante, una opción alternativa posible es que los primeros elementos 51 de contacto se incluyan en el elemento 4 de cubierta, y los segundos elementos 52 de contacto se incluyan en el módulo 3 de medida.

Aquellos de los primeros y segundos elementos 51, 52 de contacto que se incluyen en el módulo 3 de medida pueden montarse, por ejemplo, en la placa electrónica 33, en concreto en una cara de la placa electrónica 33 que está enfrente del cuerpo 2 de sujeción, p. ej. hacia el elemento 4 de cubierta.

Preferiblemente, la placa electrónica 33 comprende un circuito eléctrico, p. ej., un circuito impreso, que está configurado para encaminar la señal de medida de la primera magnitud física desde el sensor 31 de ultrasonidos a los elementos 51, 52 de contacto en la placa 33.

Los primeros y segundos elementos 51, 52 de contacto están en contacto eléctrico entre sí, cuando el elemento 4 de cubierta se fija a la primera parte 21 de extremo del cuerpo 2 de sujeción, y están separados entre sí, cuando el elemento 4 de cubierta se retira de la primera parte 21 de extremo.

En la realización preferida, los primeros elementos 51 de contacto comprenden una o una pluralidad de trazas conductoras. Estas trazas conductoras son preferiblemente circulares, y en particular concéntricas entre sí, alrededor de un centro común, y están separadas entre sí en una dirección radial Y-Y, que se mide como una distancia desde el centro común. Por tanto, tienen radios diferentes.

Además, los segundos elementos 52 de contacto comprenden uno o una pluralidad de pasadores. Los pasadores están dispuestos en posiciones radiales que corresponden a las trazas conductoras de los primeros elementos 51 de contacto. Por ejemplo, pueden estar alineados con y radialmente separados entre sí con respecto al centro común de las trazas conductoras. Sin embargo, incluso con otras disposiciones espaciales, en la condición en que el elemento 4 de cubierta está fijo al cuerpo 2 de sujeción los pasadores tienen distancias diferentes desde el centro común de las trazas conductoras.

Como resultado, cada uno de los pasadores entra en contacto con una traza conductora diferente, con independencia del ángulo de orientación circunferencial del elemento 4 de cubierta con respecto al cuerpo 2 de sujeción. Por tanto, el cuerpo 4 de sujeción puede girar circunferencialmente con respecto al cuerpo 2 de sujeción o girar alrededor de un

cuerpo longitudinal del cuerpo de sujeción X-X, sin romper el contacto eléctrico entre los primeros y segundos elementos 51, 52 de contacto.

5 El elemento 4 de cubierta comprende un espacio 41 esencialmente en forma de tapón, que aloja las unidades funcionales del elemento 4 de cubierta tal como se describe a continuación.

10 El espacio 41 puede fijarse de manera extraíble a la primera parte 21 de extremo del cuerpo 2 de sujeción, o de manera equivalente al módulo 3 de medida. En la realización ilustrada, el espacio 41 tiene una forma sustancialmente cilíndrica y, cuando se monta en el cuerpo 2 de sujeción, sobresale totalmente en la dirección axial X-X más allá de la primera superficie 24 de base, en el lado opuesto del vástago 23. En particular, el espacio cubre el módulo 3 de medida.

15 El espacio 41 ilustrado comprende una envoltura 41a. Según un aspecto preferido, la envoltura 41a tiene una primera abertura, para acceder a aquellos de los primeros y segundos elementos 51, 52 de conexión, que se incluyen en el elemento 4 de cubierta.

Además, el espacio 41 comprende un elemento 41b de restricción.

20 El elemento 41b de restricción está diseñado para bloquearse en la envoltura 41a en una primera posición, y para moverse con respecto a la envoltura 41a entre una primera posición y una segunda posición. En la primera posición, la primera abertura de la envoltura 41a y el elemento 41b de restricción están configurados, conjuntamente, para retener el módulo 3 de medida, por ejemplo acoplando la primera parte anular 32a y sosteniendo la segunda parte anular 32b dentro del espacio 41. En la segunda posición, se permite la separación del espacio 41 desde el módulo 3 de medida, y en particular la segunda parte anular 32b puede extenderse a través de la primera abertura.

25 Además, el espacio 41 ilustrado comprende una tapa 41c. La primera abertura se forma en la envoltura 41a. La envoltura 41a tiene también una segunda abertura para acceder al interior del espacio 41. La tapa 41c puede moverse con respecto a la envoltura 41a, para abrir y cerrar la segunda abertura.

30 En otras realizaciones se permiten formas alternativas, tales como formas poligonales. Además, el espacio 41 puede confinar opcionalmente al menos parcialmente la cabeza del cuerpo 2 de sujeción para una fijación más estable. También se proporcionan realizaciones en las que el espacio 41 se fija tanto a la cabeza del cuerpo 2 de sujeción como al módulo 3 de medida.

35 Debe observarse que el espacio 41, y más en general el elemento 4 de cubierta, puede retirarse del cuerpo 2 de sujeción sin separar el módulo 3 de medida del cuerpo 2 de sujeción. Por tanto, con la separación del espacio 41 del cuerpo 2 de sujeción, se rompe también la conexión del sensor 31 de ultrasonidos con cualquier componente del elemento 4 de cubierta alojado en el espacio 41.

40 No obstante, para mayor sencillez, como se indica anteriormente, las Figuras 5 y 6 muestran el espacio 4 y el módulo 3 de medida fijos conjuntamente, sin el cuerpo 2 de sujeción fijado al módulo 3 de medida, una condición que no se contempla en la invención y en particular en las realizaciones preferidas con el sensor 31 de ultrasonidos pegado a la primera superficie 24 de base.

45 Como el módulo 3 de medida, el elemento 4 de cubierta puede comprender una placa electrónica 46 (tal como se muestra en las Figuras 7 y 8, y distinta de la placa electrónica 33), dispuesta en el espacio 41, que puede soportar los pasadores de los segundos elementos 52 de conexión, así como uno o más de los componentes tal como se expone más adelante, y puede conectarlos eléctricamente entre sí del modo apropiado.

50 El elemento 4 de cubierta comprende un módulo 42 de comunicación, confinado al menos parcialmente en el espacio 41, por ejemplo montado en la placa electrónica 46. El módulo 42 de comunicación está configurado para transmitir la primera magnitud física medida por el sensor 31 de ultrasonidos, en forma en bruto o procesada, opcionalmente en combinación con otra información tal como se describe a continuación, a un dispositivo externo. El módulo 42 de comunicación es preferiblemente un módulo de comunicación inalámbrico, tal como un módulo Bluetooth, preferiblemente de tipo Bluetooth Low Energy - BLE, mientras que el dispositivo externo es un dispositivo remoto.

55 En otras realizaciones, no mostradas, el módulo 42 de comunicación es un conector para un cable de transmisión de datos. Opcionalmente, puede proporcionarse un módulo de comunicación inalámbrica y un conector para un cable de transmisión de datos en un único elemento 4 de cubierta.

60 Un aspecto posible de la invención se refiere a un sistema 100 de supervisión que comprende uno o más elementos 1 de sujeción y un procesador 101 en comunicación de señal, preferiblemente en forma inalámbrica, con los módulos 42 de comunicación de cada elemento 1 de sujeción. Ventajosamente, el procesador 101 puede recoger las magnitudes físicas medidas en todos los elementos 1 de sujeción, para proporcionar a un usuario una visualización global, o un lanzamiento de una señal de alarma cuando se reconozca una anomalía, o para combinar los datos desde

65

los elementos 1 de sujeción con información de otra naturaleza y origen concerniente al sistema mecánico en el que se incorporan los elementos 1 de sujeción.

5 En referencia de nuevo a las características de un solo elemento 1 de sujeción, el elemento 4 de cubierta comprende un controlador electrónico 43, que está también confinado al menos parcialmente en el espacio 41, por ejemplo montado en la placa electrónica 46. Cuando el elemento 4 de cubierta se fija al cuerpo 2 de sujeción, el controlador 43 se conecta al sensor 31 de ultrasonidos para recibir la primera magnitud física del mismo. Además, el controlador 43 está configurado para ordenar al sensor de ultrasonidos que inicie una medida de la primera magnitud física. El controlador 43 está conectado también al primer sensor 34 de temperatura con procedimientos y fines similares.

10 Debe observarse que, tal como se usa en la presente memoria, cuando se hace mención a los componentes conectados o en comunicación de señal entre sí, se contemplan tanto conexiones directas como indirectas, p. ej. con la interposición de componentes intermedios adicionales.

15 Por ejemplo, en la realización ilustrada, el elemento 4 de cubierta comprende un circuito 47 de acondicionamiento analógico, montado en la placa electrónica 46. El circuito 47 de acondicionamiento analógico está interpuesto como circuito entre el sensor 31 de ultrasonidos y el controlador electrónico 43, en concreto entre los primeros y/o segundos elementos 51, 52 de conexión y el controlador electrónico 43.

20 El circuito 47 de acondicionamiento analógico está configurado para deducir un valor de medida de la primera magnitud física a partir de la señal de medida generada por el sensor 31 de ultrasonidos. El valor medido es proporcionado a continuación por el circuito 47 de acondicionamiento analógico al controlador electrónico 43.

25 El controlador 43 está conectado también al módulo 42 de comunicación para encaminar el valor medido de la primera magnitud física al mismo y ordenar la transmisión del segundo. La primera magnitud física recibida del sensor 31 de ultrasonidos puede ser procesada al menos parcialmente en el controlador 43 o puede encaminarse al módulo 42 de comunicación según se recibe.

30 Por medio del módulo 42 de comunicación, el controlador 43 puede también intercambiar información adicional con el procesador 101 externo, y recibir a su vez, por ejemplo, órdenes de inicio de medidas.

35 El elemento 4 de cubierta comprende medios 44 de fuente de alimentación, confinados al menos parcialmente en el espacio 41. Los medios 44 de fuente de alimentación están conectados al módulo 42 de comunicación y al controlador 43 para proporcionarles energía. Por otra parte, cuando el elemento 4 de cubierta se fija al cuerpo 2 de sujeción, los medios 44 de fuente de alimentación se conectan al sensor 31 de ultrasonidos para darles energía, directa o indirectamente, a través del controlador 43 u otros componentes. Por el contrario, cuando el elemento 4 de cubierta está separado del cuerpo 2 de sujeción, el sensor 31 de ultrasonidos permanece sin energía.

40 En la realización ilustrada, los medios 44 de fuente de alimentación comprenden una batería, conectada a la placa electrónica 46 por medio de un cable de alimentación. La batería está, por ejemplo, montada con clip.

45 A la batería es posible acceder y tirar de ella a través de la segunda abertura de la envoltura 41a, cuando la segunda abertura no está cerrada por la tapa 41c. Por tanto, la sustitución de la batería es posible ventajosamente incluso sin retirar el elemento 4 de cubierta del cuerpo 2 de sujeción.

En lugar o además de la batería, los medios 44 de fuente de alimentación pueden incluir un conector para un cable de alimentación, para alimentación por cable.

50 La batería es preferible si se desea una supervisión continua de muchos elementos 1 de sujeción, especialmente cuando los últimos están colocados en partes móviles de un sistema mecánico, debido a la ausencia de cables. Sin embargo, la alimentación por cable puede ser satisfactoria en caso de partes estáticas, o cuando las medidas se llevan a cabo usando un único elemento 4 de cubierta con varios cuerpos 2 de sujeción, para proporcionar una única medida para cada una de ellas.

55 La disposición del módulo 42 de comunicación, el controlador 43 y los medios 44 de fuente de alimentación como partes del elemento 4 de cubierta los convierte en fácilmente separables del cuerpo 2 de sujeción y el sensor 31 de ultrasonidos, y fácilmente reemplazables a los mismos. Así, todas las partes del elemento 4 de cubierta pueden ser mantenidas, sustituidas o reconfiguradas de manera sencilla, y especialmente sin desmontar el cuerpo 2 de sujeción de su posición operativa en la que sujeta al menos un elemento predeterminado de un sistema mecánico. Así se evita la necesidad de apagar el sistema mecánico al completo debido a la ausencia del cuerpo 2 de sujeción, cada vez que  
60 deba realizarse un mantenimiento en los componentes del elemento 4 de cubierta.

65 Por el contrario, el sensor 31 de ultrasonidos debe permanecer fijo permanentemente al cuerpo 2 de sujeción, para evitar la rotura y el restablecimiento repetidos de la conexión mecánica entre los dos componentes, cuya calidad es importante para una propagación apropiada de los ultrasonidos.

- 5 En la realización preferida, el módulo 3 de medida comprende una primera unidad 35 de memoria. La primera unidad 35 de memoria puede montarse por ejemplo en la placa electrónica 33 y por tanto está fija al sensor 31 de ultrasonidos y al cuerpo 2 de sujeción. Debe observarse que, dado que la primera unidad 35 de memoria se incorpora en el módulo 3 de medida, el elemento 4 de cubierta puede estar separado del cuerpo 2 de sujeción sin separar la primera unidad 35 de memoria del sensor 31 de ultrasonidos o del cuerpo 2 de sujeción.
- 10 Debe observarse también que, cuando el elemento 4 de cubierta está fijado al cuerpo 2 de sujeción, el controlador 43 y los medios 44 de alimentación están en contacto directa o indirectamente con la primera unidad 35 de memoria, con fines de alimentación de energía, control e intercambio de información.
- 15 La primera unidad 35 de memoria es distinta de una segunda unidad 48 de memoria que puede incluirse en el elemento 4 de cubierta (por ejemplo, montada en la placa electrónica 46) y que soporta el funcionamiento del controlador 43 como entenderá fácilmente el experto en la materia.
- 20 La primera unidad 35 de memoria está configurada para almacenar datos de identificación del cuerpo 2 de sujeción. Los datos de identificación pueden incluir, por ejemplo, un código alfanumérico que, una vez transferido al procesador 101 externo por medio del controlador 43 y del módulo 42 de comunicación, permite que el procesador 101 identifique de forma única el cuerpo 2 de sujeción, y con ello determine en qué cuerpo 2 de sujeción se originan las diversas magnitudes físicas medidas y recibidas.
- 25 La primera unidad 35 de memoria está configurada también para almacenar parámetros específicos del cuerpo 2 de sujeción. Los parámetros específicos comprenden datos de calibración desde los cuales puede determinarse una pluralidad de fuerzas de sujeción que actúan sobre el cuerpo 2 de sujeción basándose en una pluralidad de valores de la primera magnitud física.
- 30 Por tanto, se expresan, por ejemplo, en forma de tabla, como una curva que asocia directamente un valor de fuerza de sujeción con cada valor de la primera magnitud. Alternativamente, los datos de calibración pueden ser uno o más parámetros físicos que describen la correlación entre la primera magnitud medida y la fuerza de sujeción en una o más condiciones predeterminadas. Por ejemplo, los datos de calibración pueden contener una o más longitudes del cuerpo 2 de sujeción sin fuerza de sujeción aplicada y/o con la aplicación de una fuerza de sujeción predeterminada. Según otro ejemplo, los datos de calibración pueden contener una sola longitud y uno o más coeficientes que expresan la relación de elongación para la fuerza de sujeción. Como alternativa a la longitud, en las condiciones de sujeción mencionadas anteriormente puede usarse el tiempo de recorrido de los ultrasonidos.
- 35 En todos los casos anteriores, los datos de calibración se adquieren y almacenan preferiblemente en una etapa de calibración en el elemento 1 de sujeción. Debe observarse que los parámetros específicos también pueden variar entre los cuerpos 2 de sujeción del mismo lote de producción, y así debe realizarse al menos una medida específica para cada cuerpo 2 de sujeción.
- 40 Preferiblemente, los datos de calibración están relacionados con una o más temperaturas predeterminadas. Esto sucede porque la temperatura afecta a las dimensiones del cuerpo 2 de sujeción, tanto en reposo como bajo una cierta fuerza de sujeción, y por tanto afecta también a la relación entre la primera magnitud física (longitud del cuerpo 2 de sujeción o tiempo de propagación de los ultrasonidos) y la fuerza de sujeción.
- 45 En las realizaciones más precisas, que requieren una calibración más larga y completa, la fuerza de sujeción se almacena en forma de tabla según la primera magnitud física y de la temperatura.
- 50 Por otra parte, si se desea calcular fácilmente la variación de longitud dependiente de la temperatura con un grado aceptable de aproximación, los únicos datos que deben almacenarse son los datos que conectan la fuerza de sujeción a la primera magnitud física para una sola temperatura. A continuación se calcularía por separado la influencia de la diferente temperatura, y el valor medido de la primera magnitud física se corregiría antes de asociarlo con un valor de fuerza de sujeción.
- 55 Por el contrario, si la relación entre la primera magnitud física y la fuerza de sujeción fuera sencilla de calcular con una precisión adecuada, solo se almacenarán los datos relativos a un vínculo entre la primera magnitud física y la temperatura sin la fuerza de sujeción. La fuerza de sujeción se calcularía entonces basándose en el valor medido de la primera magnitud física cuando se compara con el valor almacenado correspondiente para la temperatura actual.
- 60 Finalmente, si se desea predecir con una buena precisión las dependencias de la fuerza de sujeción en la primera magnitud física y en la temperatura, simplemente debe almacenarse un único valor de la primera magnitud física como datos de calibración para una temperatura dada y para una fuerza de sujeción dada.
- 65 En la realización preferida, el controlador 43 está configurado para calcular la fuerza de sujeción basándose en el valor medido de la primera magnitud física, los datos de calibración y preferiblemente la temperatura. A continuación, el módulo 42 de comunicación envía el valor de la fuerza de sujeción directamente al procesador 101. Alternativamente, el valor medido de la primera magnitud física es enviado al procesador 101 antes de convertirse en la fuerza de

sujeción, y los datos de calibración son también enviados al procesador 101 de manera que sea capaz de calcular la fuerza de sujeción. Una tercera posibilidad es que los datos de calibración de todos los cuerpos 2 de sujeción resida en el procesador 101 y el elemento 1 de sujeción solo le envíe la primera magnitud física y su identificador.

5 Si se tiene en cuenta la influencia de la temperatura, se proporcionará ventajosamente una medida de la temperatura con la medida de la primera magnitud física. Así, como se expone anteriormente, el módulo 3 de medida puede comprender un primer sensor 34 de temperatura.

10 En la realización preferida, el elemento 4 de cubierta comprende uno o más sensores 45a, 45b además del sensor 31 de ultrasonidos y del primer sensor 34 de temperatura si existiera. Los sensores 45a, 45b adicionales están configurados para detectar al menos una segunda magnitud física del elemento 1 de sujeción.

15 Debe observarse que los sensores 45a, 45b adicionales están al menos parcialmente confinados en el espacio 41, por ejemplo montados en la placa electrónica 46. Están en comunicación con el controlador 43, para recibir órdenes de inicio de la medida del mismo y para proporcionarle resultados de la medida. A continuación, las medidas de cada segunda magnitud física pueden enviarse por medio del módulo 42 de comunicación al procesador 101, como la primera magnitud física.

20 En una realización, una de las segundas magnitudes físicas medidas es todavía la temperatura, y por tanto el elemento 4 de cubierta comprende un segundo sensor de temperatura (no mostrado). Esta medida de temperatura del segundo sensor de temperatura puede añadirse a, o sustituir, la medida de temperatura realizada por el primer sensor 34 de temperatura. Así, cuando el primer sensor 34 de temperatura está ausente, el segundo sensor de temperatura proporciona información sobre la temperatura del cuerpo 2 de sujeción que puede ser menos precisa pero todavía útil. Por otra parte, si están presentes los dos sensores de temperatura, estos datos adicionales de temperatura pueden usarse para fines de control de la temperatura de componentes electrónicos como el controlador 43, el módulo 42 de comunicación y los medios 44 de fuente de alimentación.

30 Una más de las segundas magnitudes físicas viene dada por la posición del cuerpo 2 de sujeción, medida por uno o más sensores 45a de posición. El sensor 45a de posición puede ser un sensor independiente, que es capaz de medir por sí solo la posición del cuerpo 2 de sujeción con respecto a una posición inicial o una referencia espacial predeterminada, o puede ser un sensor en comunicación de señal con el procesador 101 externo y/o con otros dispositivos que permiten la triangulación del mismo con procesos conocidos para el experto en la materia.

35 En el último caso, tal como se muestra en las figuras, el espacio 41 puede tener una ventana 41d para la transmisión y recepción de señales requeridas para medir la posición por medio del sensor 45a de posición. El sensor 45a de posición está enfrente de la ventana 41d.

40 Una magnitud física adicional viene dada por el estado vibratorio del cuerpo 2 de sujeción, medido con un sensor de vibración. Una segunda magnitud física más viene dada por la inclinación del cuerpo 2 de sujeción, medida por un sensor de inclinación. En la realización ilustrada, el sensor de vibración y el sensor de inclinación están incorporados en una unidad 45b de medida inercial.

45 El sistema 100 de supervisión se beneficia de la medida de todas estas magnitudes físicas. El sistema 100 según un ejemplo puede colocarse a bordo de un vehículo (no mostrado), y su procesador 101 puede configurarse para controlar la medida de la primera magnitud física y/o de una o más de las segundas magnitudes físicas, en particular momentos del recorrido del vehículo.

50 Un ejemplo de órdenes dadas por el procesador 101 al elemento 1 de sujeción, p. ej. al controlador 43, que encamina las órdenes a los sensores individuales, es el siguiente:

- con el vehículo estático, se suministra una orden para medir la posición, la inclinación, la temperatura y la fuerza de sujeción del cuerpo 2 de sujeción;
- con el vehículo en movimiento, se suministra periódicamente una orden, por ejemplo cada 10 minutos, para medir la temperatura y el estado vibratorio del cuerpo 2 de sujeción;
- tras una petición específica del usuario, por ejemplo por control de vídeo, se inicia una medida de la posición, la inclinación, la temperatura y la fuerza de sujeción del cuerpo 2 de sujeción;
- 60 - en el caso de que el vehículo sufra una colisión, se suministra una orden para medir la temperatura y el estado vibratorio del cuerpo 2 de sujeción.

Un experto en la materia puede contemplar obviamente una serie de cambios en las variantes expuestas anteriormente, sin apartarse del alcance de la invención definido por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un elemento de sujeción (1), que comprende:

- 5 - un cuerpo (2) de sujeción formado en una sola pieza, teniendo el cuerpo (2) de sujeción:
  - una primera parte (21) de extremo con una primera superficie (24) de base plana,
  - una segunda parte (22) de extremo separada de la primera parte (21) de extremo a lo
  - 10 largo de una dirección longitudinal (X-X), que tiene una segunda superficie (25) de base plana y paralela a la primera superficie (24) de base,
  - un vástago (23), que se extiende principalmente a lo largo de dicha dirección longitudinal (X-X) entre las partes (21, 22) de extremo primera y segunda,
  - un módulo (3) de medida fijado a la primera superficie (24) de base, y que comprende un
  - 15 sensor (31) de ultrasonidos configurado para generar, transmitir y recoger ultrasonidos que se desplazan a través del vástago (23) entre las superficies (24, 25) de base primera y segunda para medir una primera magnitud física de dicho elemento de sujeción (1),

**caracterizado por que comprende** un elemento (4) de cubierta adaptado para fijarse de forma extraíble al módulo (3) de medida y/o la primera parte (21) de extremo, comprendiendo el elemento (4) de cubierta:

- 20 - un módulo (42) de comunicación, en comunicación de señal con dicho módulo (3) de medida, configurado para transmitir dicha primera magnitud física a un dispositivo externo, que es externo a dicho elemento de sujeción (1),
- 25 - un microcontrolador (43) en comunicación de señal con dicho módulo (3) de medida y con dicho módulo (42) de comunicación para controlar el funcionamiento de dicho sensor (3) de ultrasonidos y dicho módulo (42) de comunicación,
- medios (44) de fuente de alimentación para suministrar energía al sensor (3) de ultrasonidos, al módulo (42) de comunicación y al microcontrolador (43).

2. Un elemento de sujeción (1) según la reivindicación 1, que comprende un primer y un segundo elementos (51, 52) de contacto, contenidos en parte en el módulo (3) de medida y en parte en el elemento (4) de cubierta, que están en contacto eléctrico entre sí cuando el elemento (4) de cubierta se fija a dicha primera parte (21) de extremo, y están separados entre sí cuando el elemento (4) de cubierta se retira de la primera parte (21) de extremo, en donde:

- 35 - los primeros elementos (51) de contacto comprenden al menos una traza conductora, y
- los segundos elementos (52) de contacto comprenden al menos un pasador para poner en contacto la traza conductora, con independencia de un ángulo de orientación circunferencial del elemento (4) de cubierta con respecto al cuerpo (2) de sujeción.

3. Un elemento de sujeción (1) según la reivindicación 2, en donde los primeros elementos (51) de contacto comprenden una pluralidad de trazas conductoras concéntricas separadas radialmente, y los segundos elementos (52) de contacto comprenden una pluralidad de pasadores, dispuestos en posiciones radiales que corresponden a las trazas conductoras para poner en contacto cada una con una traza conductora diferente, con independencia de un ángulo de orientación circunferencial del elemento (4) de cubierta con respecto al cuerpo (2) de sujeción.

4. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde:

50 dicho módulo (3) de medida comprende una primera unidad (34) de memoria configurada para almacenar datos de identificación y/o parámetros específicos del cuerpo (2) de sujeción, y

- 55 - dicho elemento (4) de cubierta comprende una segunda unidad (48) de memoria en comunicación con dicho microcontrolador (43).

5. Un elemento de sujeción (1) según la reivindicación 4, en donde dichos parámetros específicos del cuerpo (2) de sujeción almacenados en la primera unidad (34) de memoria comprenden datos de calibración adaptados para determinar una pluralidad de fuerzas de sujeción que actúan sobre el cuerpo (2) de sujeción según una pluralidad de valores de dicha primera magnitud física.

6. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dicha primera magnitud física comprende un tiempo de recorrido de ultrasonidos entre las superficies (24, 25) de base primera y segunda, y/o una elongación del cuerpo (2) de sujeción, y/o una fuerza de sujeción que actúa sobre el cuerpo (2) de sujeción.

7. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dicho módulo (3) de medida comprende un sensor (34) de temperatura enfrente del cuerpo (2) de sujeción para medir la temperatura del cuerpo (2) de sujeción.
- 5 8. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el elemento (4) de cubierta comprende uno o más sensores (45a, 45b) adicionales configurados para detectar al menos una segunda magnitud física del elemento de sujeción (1), que incluye preferiblemente al menos uno entre temperatura, posición, estado vibratorio e inclinación.
- 10 9. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el elemento (4) de cubierta comprende un espacio (41) que puede fijarse de manera extraíble al módulo (3) de medida y/o a la primera parte (21) de extremo del cuerpo (2) de sujeción, en donde el módulo (42) de comunicación, el microcontrolador (43), los medios (44) de fuente de alimentación y los sensores (45a, 45b) adicionales opcionales están al menos en parte confinados en el espacio (41).
- 15 10. Un elemento de sujeción (1) según la reivindicación 9, en donde el espacio (41) comprende una envoltura (41a), que tiene una abertura para acceder a al menos los medios (44) de fuente de alimentación, y una tapa móvil (41c) para abrir y cerrar la abertura de la envoltura (41a).
- 20 11. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el sensor (31) de ultrasonidos está en contacto de superficie con la primera superficie (24) de base, preferiblemente pegado a la primera superficie (24) de base.
- 25 12. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la primera parte (21) de extremo define una cabeza del cuerpo (2) de sujeción, fijada al vástago (23), tal que el elemento (4) de cubierta puede fijarse de manera extraíble a dicha cabeza.
- 30 13. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde dichos medios (44) de fuente de alimentación comprenden una batería y/o un conector para un cable de alimentación.
- 35 14. Un elemento de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde dicho módulo (42) de comunicación comprende un módulo de comunicación inalámbrica y/o un conector para un cable de transmisión de datos.
- 40 15. Un sistema (100) de supervisión para supervisar una magnitud física de un elemento de sujeción (1) que comprende:  
 - uno o más elementos de sujeción (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, y  
 - un procesador (101) en comunicación de señal con los módulos (42) de comunicación de cada elemento de sujeción (1), estando dicho procesador configurado para poner dicha magnitud física, o magnitud derivada de la misma, o derivada de una combinación de todas las magnitudes medidas, a disposición de un usuario.

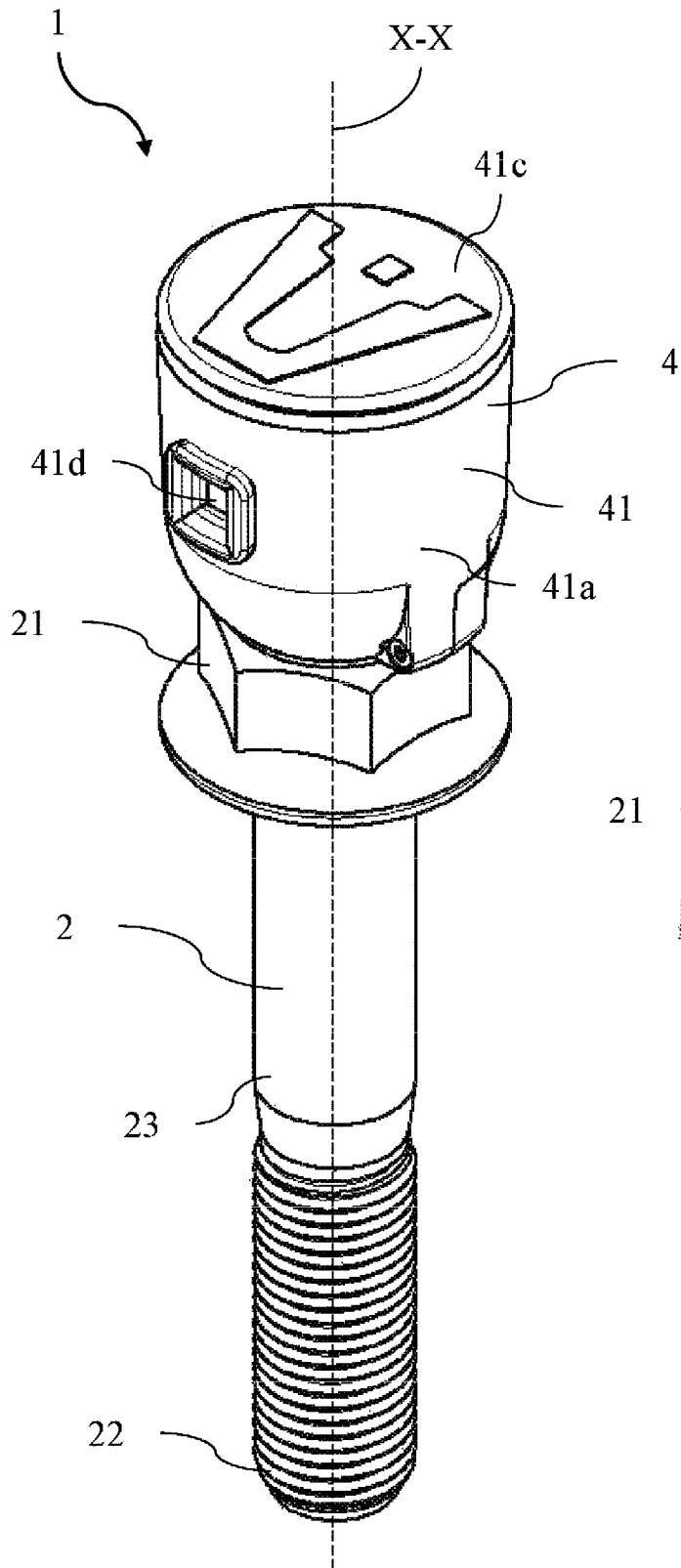


Figura 1

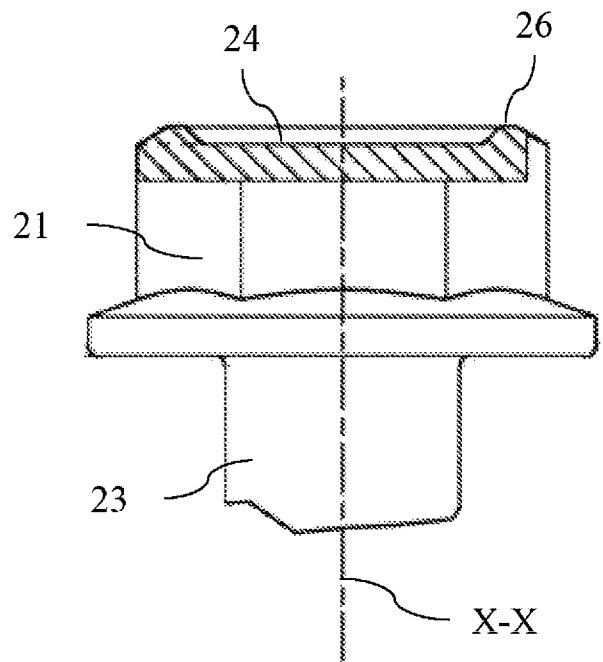


Figura 2

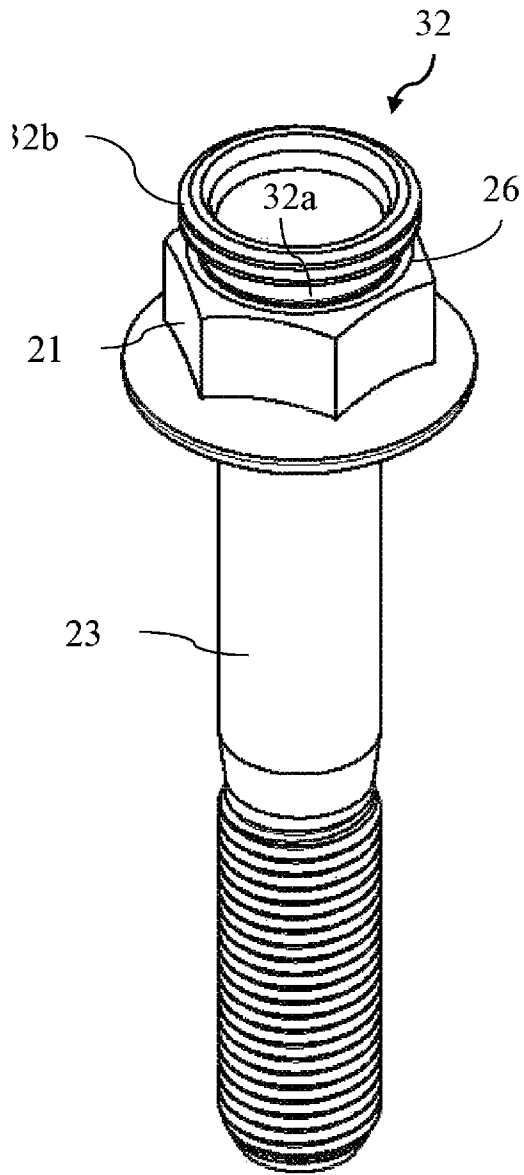


Figura 3

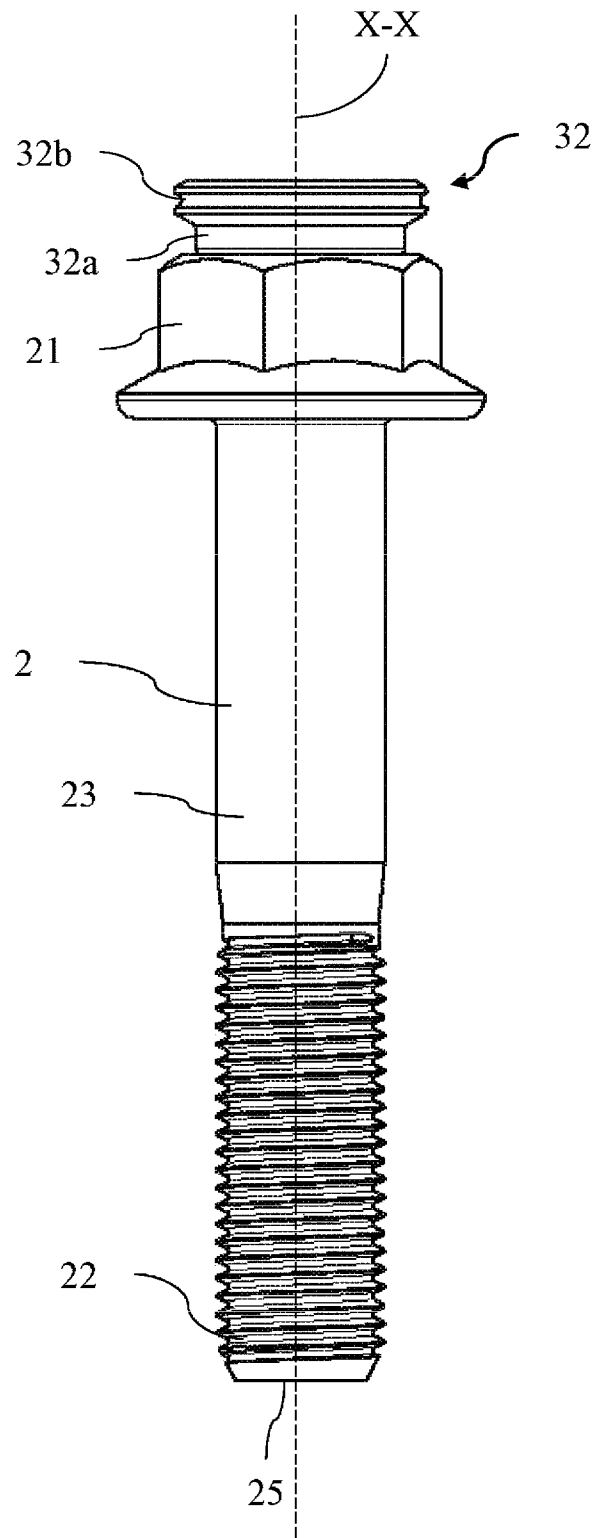


Figura 4

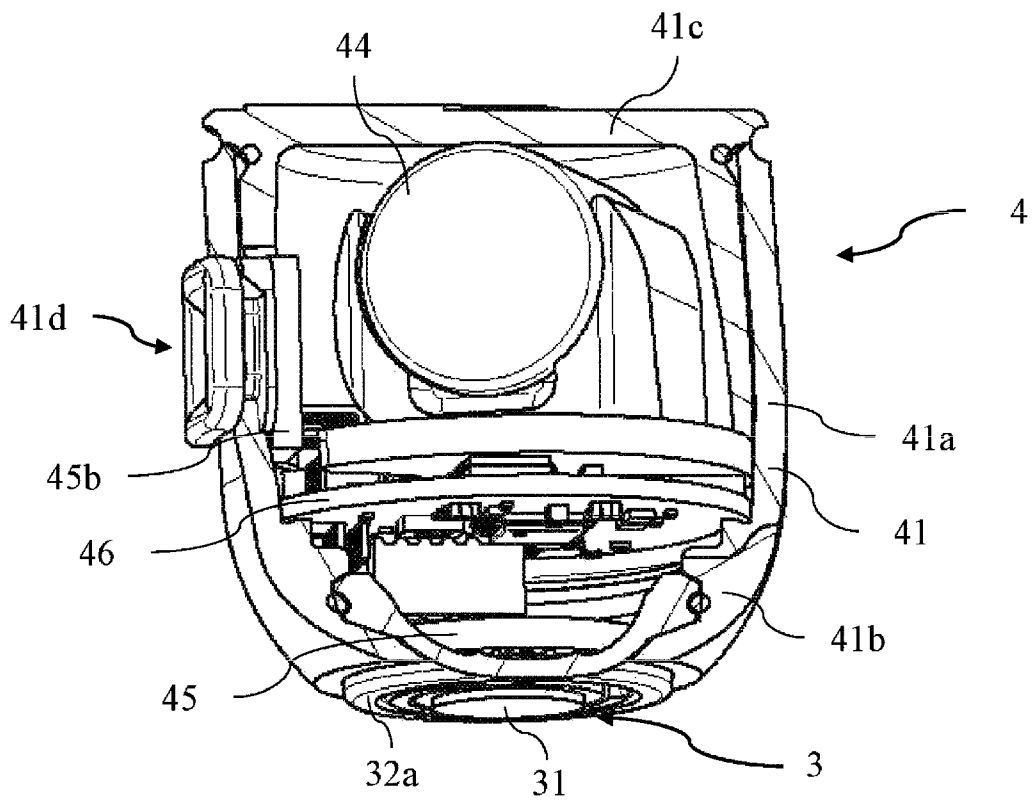


Figura 5

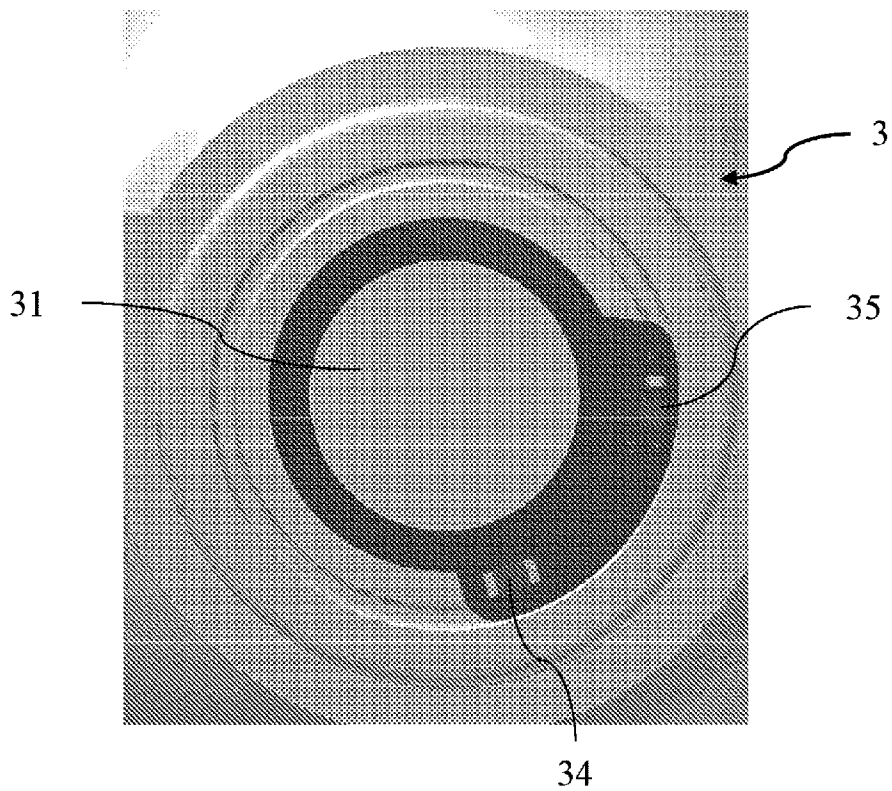


Figura 6

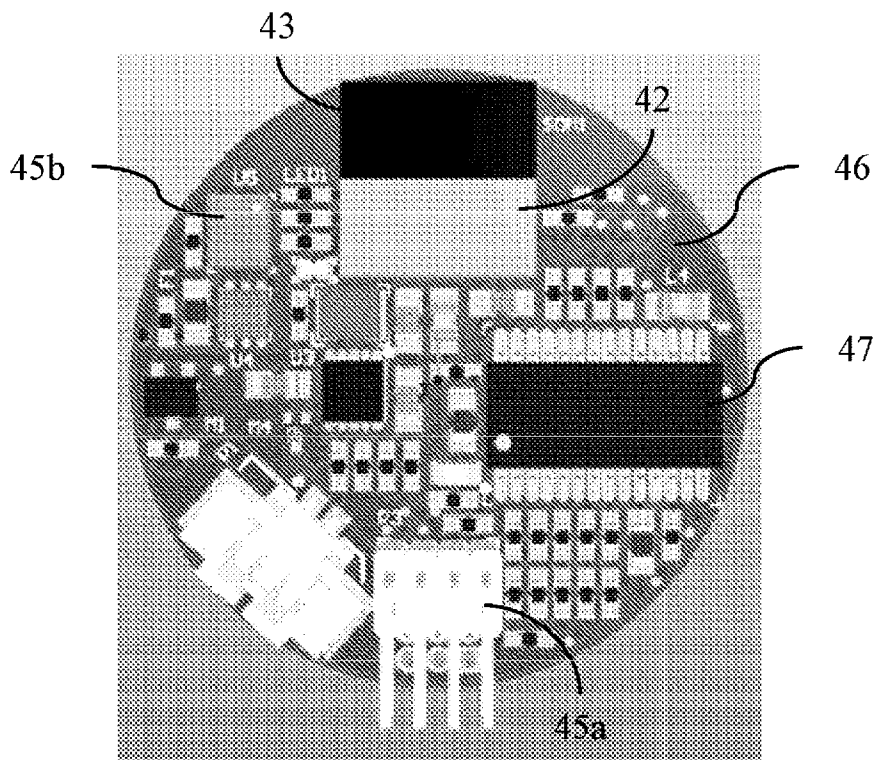


Figura 7

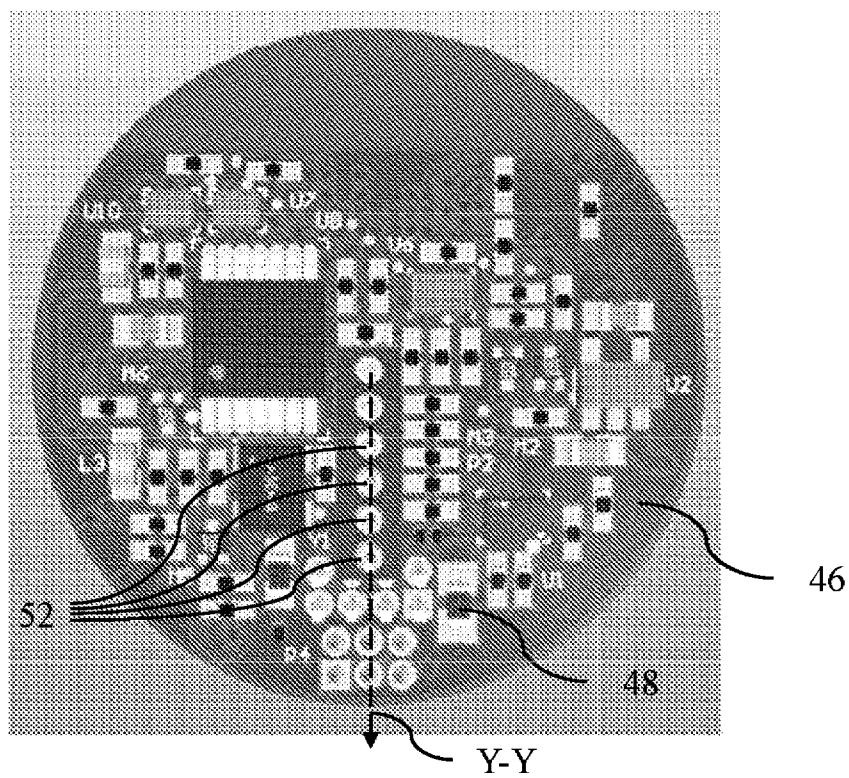


Figura 8

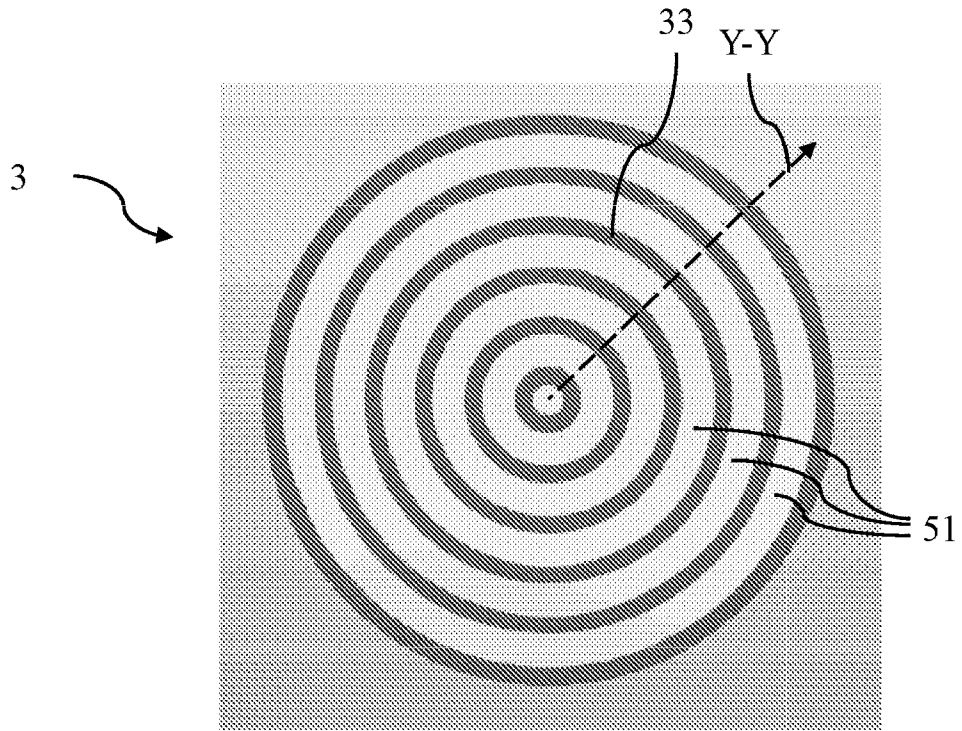


Figura 9

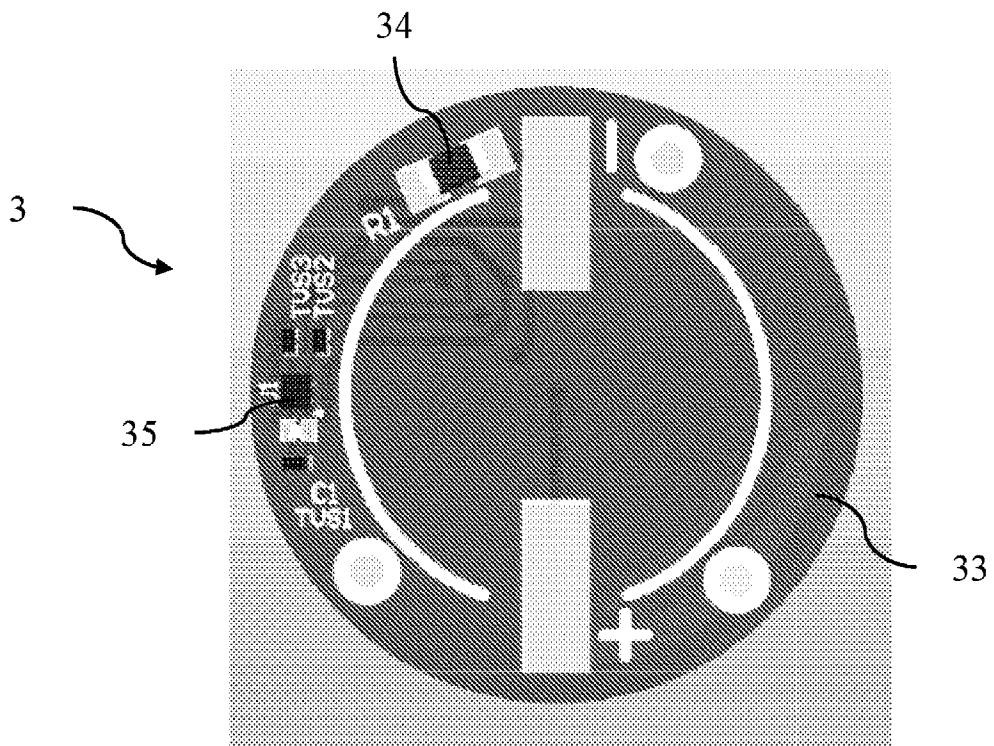


Figura 10

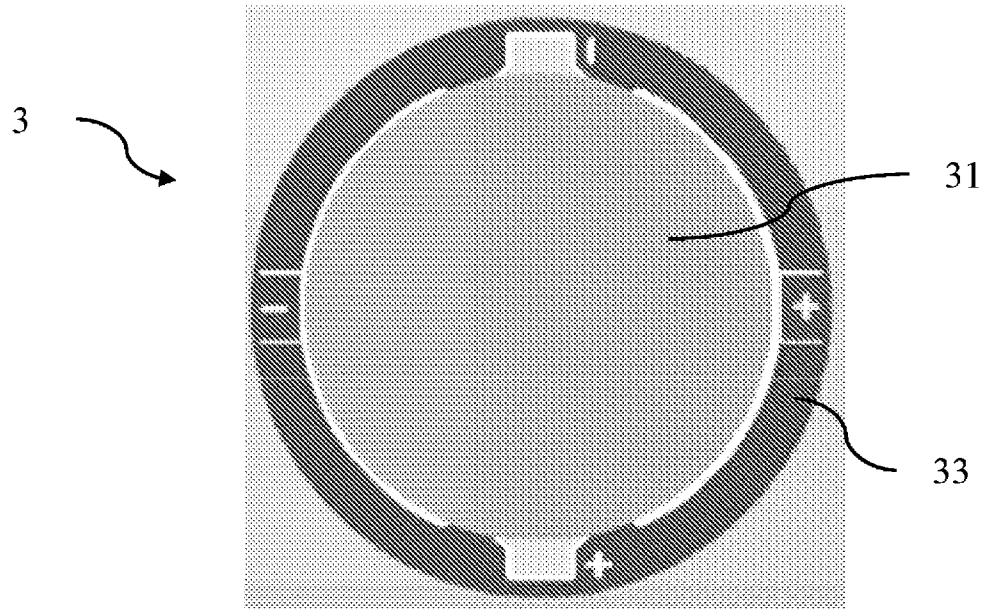


Figura 11

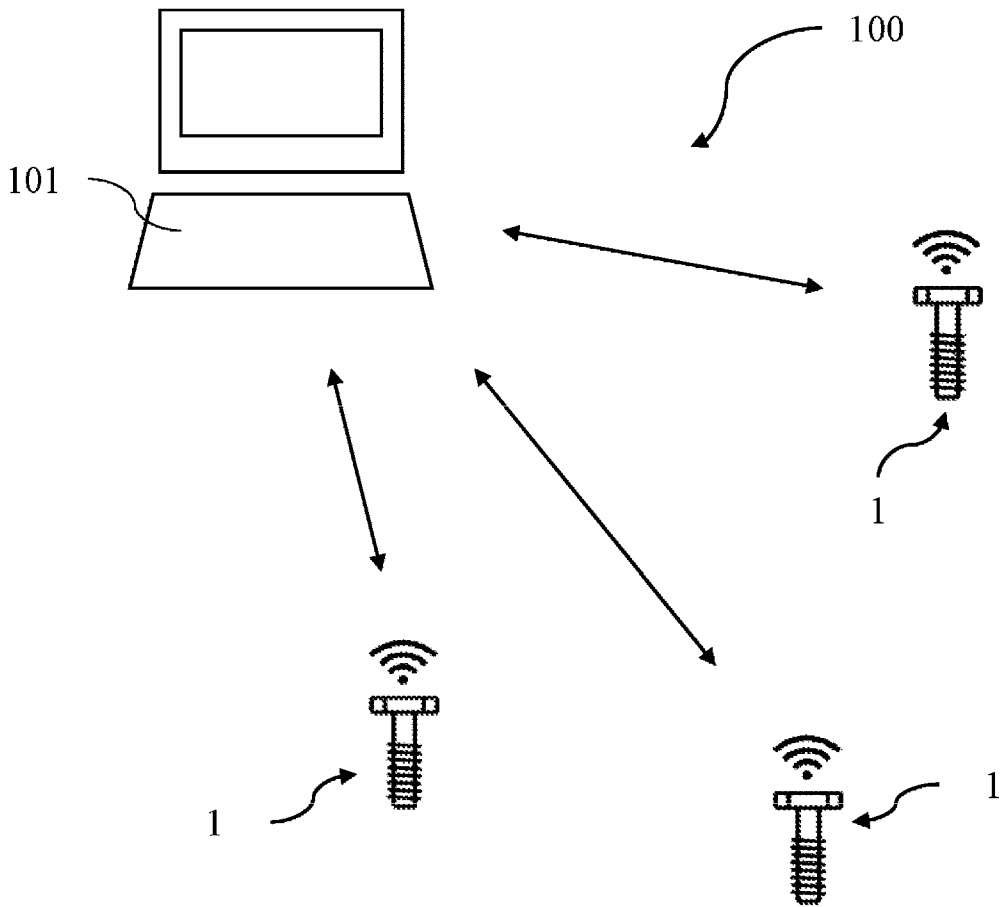


Figura 12