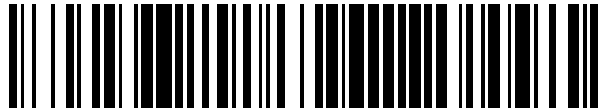


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 463 447**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/30**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2006 E 06708445 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014 EP 1851566**

54 Título: **Localización de una sonda de control no destructivo**

30 Prioridad:

**25.02.2005 FR 0550519**

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

**28.05.2014**

73 Titular/es:

**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND  
SPACE COMPANY - EADS FRANCE (100.0%)  
37, BOULEVARD DE MONTMORENCY  
75016 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**ROLET, SÉBASTIEN y  
CARPENTIER, CAPUCINE**

74 Agente/Representante:

**PÉREZ BARQUÍN, Eliana**

**ES 2 463 447 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

Localización de una sonda de control no destructivo

### 5 **Campo técnico**

La invención se sitúa en el ámbito del control no destructivo y se refiere, de manera más específica, a las mediciones realizadas *in situ*.

10 La invención se refiere a la posibilidad de llevar a cabo un análisis localizado de un material, incluso en forma de levantamiento de un mapa, sin herramientas pesadas de posicionamiento de la sonda de medición. De este modo, la invención se refiere a un procedimiento para determinar la localización de la medición, así como a un sistema que permite estas determinaciones.

### 15 **Estado de la técnica anterior**

En numerosos campos, como por ejemplo en medicina, puede resultar indispensable llevar a cabo análisis y controles de materiales sin alterar sus propiedades.

20 Un aparato de control no destructivo (CND) comprende habitualmente una sonda de medición, con uno o varios emisores y uno o varios receptores de una característica física o físico-química, conectada a un módulo de procesamiento de las señales. Habitualmente, el módulo de procesamiento está unido de forma funcional a una pantalla que permite mostrar las características obtenidas de este modo.

25 Las heterogeneidades que se buscan en los materiales que hay que analizar pueden, sin embargo, ser de tamaño variable, y de diversos perfiles: es conveniente entonces el levantamiento de un mapa. Además, el material que hay que probar puede ser parte de un conjunto, y a menudo es preferible no aislarlo de este por motivos de coste del procedimiento.

30 En particular, en el campo de la aeronáutica, el CND se utiliza para determinar las propiedades de un material por ejemplo que compone el fuselaje de un avión, y verificar su compatibilidad con las normas en vigor (espesor, presencia de fisuras o grietas, de puntos de corrosión...). Por esta razón, los controles mediante pruebas por ultrasonidos o con corrientes de Foucault son especialmente útiles para evaluar la resistencia a un impacto, por ejemplo, para detectar y medir los defectos de un espécimen.

35 Un mapa es el resultado de la asociación de una magnitud física dada por una sonda, de CND por ejemplo, a su posición. Por otra parte, en el ámbito de la detección de defectos por ultrasonidos, existen algunos sistemas de posicionamiento, que codifican la posición de la sonda mediante la emisión acústica con unos emisores y unos receptores de tipo cerámica piezoeléctrica (sistema BAT™ de Tecnatom, por ejemplo). La posición se obtiene, por lo general, mediante un sistema de seguimiento mecánico, de tipo brazo o rampa de desplazamiento de la sonda. Este tipo de localización resulta, sin embargo, complicada de implementar, y precisa habitualmente el desplazamiento de la pieza que hay que analizar para situarla a la altura del sistema de seguimiento, y por lo tanto la existencia de una armadura sobre la cual están fijados los receptores. Por la patente US 4814552 se conoce un sistema de localización de un emisor por dos receptores.

### 45 **Descripción de la invención**

La invención ofrece, entre otras ventajas, un sistema y un procedimiento que permite resolver los inconvenientes mencionados con anterioridad de los materiales existentes y realizar, por ejemplo, el levantamiento de un mapa *in situ* de un material que hay que analizar. En particular, por medio de la invención, se pueden recuperar unas coordenadas, por ejemplo cartesianas, de una sonda de medición, para la creación de un mapa de la salud del material analizado.

50 De acuerdo con uno de sus aspectos, la invención se refiere a un sistema de localización que comprende un emisor y dos receptores de una señal, y un dispositivo que permite medir el retardo entre emisión y recepciones. De preferencia, la medición de los retardos, es decir los tiempos correspondientes a los desfases entre las señales, se transmite a unos medios para medir la posición del emisor, por ejemplo mediante triangulación.

60 El sistema de acuerdo con la invención es especialmente fácil de implementar debido a que cada uno de los receptores y emisor se puede situar de forma independiente. Por ejemplo, cuando la señal utilizada para la determinación de la duración está compuesta por ondas acústicas, los receptores se asocian a unos medios para unirse de forma reversible a una superficie, como unas ventosas, sin estar acoplados entre sí. De acuerdo con la invención, el emisor se presenta en forma de una película piezoeléctrica asociada a un autoadhesivo, de tal modo que se acople al aparato del que se quiere determinar la localización.

65 La determinación de las distancias entre emisor y receptores se realiza de manera ventajosa por medio de un

impulso de sincronización, que se puede emitir a una frecuencia fija en el caso de que se considere el levantamiento de un mapa. Los receptores pueden, por ejemplo, acoplarse a unos medios de medición del tiempo, a los que dispara el impulso al mismo tiempo que se activa el emisor, y que se detienen en el momento en que los receptores reciben la señal emitida durante el impulso.

5 Esta configuración permite utilizar únicamente, por ejemplo, dos receptores para una determinación bi-dimensional de la localización de la sonda emisora.

10 De manera ventajosa, los diferentes elementos utilizados para determinar las duraciones están colocados en una caja a la cual están acoplados emisor y receptores mediante conexión por cable. De preferencia, esta información relativa a las duraciones se transmite a un programa informático de determinación de la posición mediante la comunicación de datos, por ejemplo mediante conexión USB. De modo preferente, el programa informático de determinación está asociado al aparato de medición, es decir a los medios de análisis acoplados a la sonda.

15 Resulta ventajoso que se lleve a cabo una calibración previa de las localizaciones. El sistema puede comprender unos medios para calibrar, y en particular un dispositivo de guía de esta etapa, por ejemplo un programa informático. Puede ser conveniente disponer de un asistente de posicionamiento para acelerar la colocación del emisor durante la calibración.

20 De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de localización de una sonda de medición, que utiliza el acoplamiento de la sonda con un emisor y la localización de este emisor mediante triangulación por medio de dos receptores. De preferencia, se utiliza un sistema de acuerdo con la invención.

25 De acuerdo con un aspecto preferente, el procedimiento se utiliza en un procedimiento de levantamiento del mapa de una superficie, en el cual se localiza una sonda con una frecuencia, de preferencia, regular, y los datos de localización se asocian a las mediciones de la sonda. Para aumentar la precisión, los receptores están situados fuera de la superficie de la que hay que levantar el mapa.

30 Los procedimientos de acuerdo con la invención están, de preferencia, precedidos por una calibración que no precisa la medición de la distancia que separa a los receptores. De manera ventajosa, la calibración se lleva a cabo mediante el posicionamiento del emisor en tres puntos espaciados de forma regular a lo largo de la mediatriz de los dos receptores. La calibración puede estar asistida por un programa informático y un asistente de posicionamiento.

### 35 **Breve descripción de los dibujos**

Se entenderán mejor las características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción que viene a continuación, hecha en referencia a los dibujos adjuntos, que se dan a título ilustrativo y en modo alguno limitativo.

40 La figura 1 representa de forma esquemática un sistema de localización y de levantamiento de mapas de acuerdo con un modo preferente de realización de la invención.

La figura 2 ilustra un procedimiento de calibración previa al levantamiento de un mapa de acuerdo con un modo de realización de la invención.

### 45 **Descripción detallada de unos modos particulares de realización**

Tal como se esquematiza en la figura 1, un operario analiza una zona 1 de una pieza 2 cualquiera por medio de una sonda 4. Por "operario" hay que entender tanto un operario humano como, por ejemplo si el entorno de la pieza 2 está protegido, un brazo manipulador accionado manualmente a distancia.

50 La pieza 2 de la que sale la parte 1 que hay que analizar, que por otra parte puede ser parte integrante de esta, puede por ejemplo ser una zona del fuselaje de un avión, un componente de un motor, etc. Tanto la pieza 2 como la zona 1 pueden tener diferentes configuraciones, pero habitualmente presentan una curvatura media e incluso nula, e irregularidades. La superficie de la zona 1 puede ser, por ejemplo, del orden de entre 50 y 400 cm<sup>2</sup>, y tradicionalmente es inferior al metro cuadrado: en efecto, el desplazamiento manual de la sonda 4 puede resultar dificultoso para las piezas demasiado grandes. De preferencia, la zona que hay que analizar 1 se deja en posición funcional en el interior de la pieza 2: por ejemplo, en el marco de un impacto en un avión, el análisis se lleva a cabo directamente durante una operación de mantenimiento.

60 En dicha aplicación aeronáutica, se prefiere que la sonda 4 utilice los ultrasonidos o las corrientes de Foucault para determinar las características del material 1. Como suele ser habitual, la sonda 4 está unida a unos medios para analizar los datos de control, si fuera posible memorizarlos, y mostrarlos; la mayor parte de las veces, la sonda 4 está de este modo conectada a un microordenador 6 que presenta los programas informáticos de procesamiento adecuados. La unión 8 entre estos dos elementos 4, 6 puede ser de cualquier tipo conocido. Del mismo modo, la distancia entre las operaciones de medición y de análisis y/o de almacenamiento de los datos puede ser más o menos grande, según si el operario está en la misma sala que el ordenador 6 o de forma remota. Por ello, sea cual

sea el equipo CND 4, 6, 8, se puede utilizar el sistema de localización 10 de acuerdo con la invención.

5 El sistema de localización 10 comprende un emisor 12 de un fenómeno físico detectable, de preferencia unas ondas acústicas. El emisor 12 se presenta de manera ventajosa en forma de una película piezoeléctrica (por ejemplo, un PVDF (fluoruro de polivinilideno) o un copolímero) que se puede acoplar a cualquier sonda CND 4, por ejemplo mediante la presencia de unos medios autoadhesivos. El tamaño del emisor 12 se puede seleccionar en función del tamaño de la sonda 4, del espacio disponible para acoplarlo, pero se selecciona para emitir los suficientes ultrasonidos cuando es requerido, con el fin de no ralentizar en exceso su detección. En particular, una película de PVDF del orden del  $\text{cm}^2$ , por ejemplo de  $5 \times 10 \text{ mm}^2$ , se ha mostrado adecuada. Se puede seleccionar el emisor 12 en función de la medición llevada a cabo: el sistema 10 de acuerdo con la invención puede comprender una multitud de elementos emisores 12, de los cuales solo uno se puede utilizar en el momento del análisis de acuerdo con la sonda 4.

15 La señal que emite el emisor 12 está destinada a que la capten varios receptores; de preferencia, en particular, se utilizan dos receptores de ultrasonidos 14, 16 del tipo de cerámica piezoeléctrica, disponibles comercialmente. De manera ventajosa, los receptores 14, 16 están provistos de unos medios para solidarizarlos de forma amovible a una superficie, en particular de la pieza 2, por ejemplo unas ventosas.

20 El emisor 12 y los receptores 14, 16 están unidos, de preferencia mediante conexiones por cable 18, a una caja 20 del sistema de localización 10. En el dispositivo 10 de acuerdo con la invención, los receptores 14, 16 son totalmente independientes entre sí, e independientes del emisor 12: cada elemento 14, 16 se puede situar en cualquier punto accesible sin presencia de un marco de sujeción o de un carril de guiado, y el emisor 12 se puede desplazar en cualquier dirección con respecto a estos.

25 De preferencia, los dos receptores 14, 16 están situados en el exterior de la zona 1 que hay que analizar, en la propia superficie de la pieza 2.

30 La localización de la sonda CND 2 se lleva a cabo mediante triangulación, es decir que la distancia de la película emisora 12 con respecto a cada uno de los receptores 14, 16 permite determinar las coordenadas del emisor 12. En particular, el retardo entre cada emisión y recepción permite determinar la localización relativa de la sonda 4 por medio de la velocidad de propagación del fenómeno físico y de la distancia entre los receptores. Es deseable, por lo tanto, una sincronización entre las mediciones.

35 En el campo de la ofimática, para el reconocimiento de la posición es habitual utilizar, por ejemplo, una sincronización mediante un diodo de luz infrarroja (sistema Mimio™).

40 De acuerdo con la invención, la sincronización se lleva a cabo por medio de un impulso eléctrico que estimula la película piezoeléctrica 12; de preferencia, cada receptor 14, 16 está acoplado a un contador, cronómetro u otro medio para determinar una duración. Durante el envío de un impulso eléctrico, se disparan los contadores de los receptores 14, 16, al mismo tiempo que la película piezoeléctrica 12 emite una señal de ultrasonidos. Cuando los dos receptores piezoeléctricos 14, 16 reciben la señal emitida por la película piezoeléctrica 12, los contadores se detienen. Si se conoce la velocidad de los ultrasonidos, el valor de los sensores permite determinar la distancia que separa a la sonda 4 de cada uno de los receptores 14, 16; mediante triangulación, se pueden determinar las coordenadas X, Y de la sonda 4 en un sistema de referencia basado en los dos receptores.

45 También se puede realizar el cálculo de las coordenadas directamente en la caja 20 del sistema de localización 10, por ejemplo mediante una tarjeta electrónica. De manera ventajosa, con el fin de simplificar el dispositivo 10, la tarjeta electrónica presente en la caja 20 solo se utiliza para determinar los valores de los contadores, pudiendo realizarse el resto de los cálculos de forma remota. Con esta finalidad, la caja 20 está provista de un puerto de comunicaciones 22 que permite la transferencia de datos de la tarjeta electrónica a unos medios de cálculo.

50 De manera ventajosa, para hacer más flexible la configuración y reducir los costes, el puerto de comunicación 22 es un puerto USB que permite utilizar el dispositivo 10 de acuerdo con la invención como un periférico informático ligero y fácil de transportar, que se puede conectar a cualquier ordenador. De preferencia, la conexión USB 24 también se utiliza para controlar los impulsos de sincronización. Sin embargo, los datos que hay que transferir no precisan una velocidad que haga indispensable este tipo de conexión.

60 En particular, resulta especialmente ventajoso realizar los cálculos de triangulación mediante los mismos medios que se utilizan para analizar los datos que emite la sonda 4. De este modo, el puerto USB 22 de la caja 20 puede estar unido al ordenador 6 al cual está acoplada la sonda 4, y que está provisto en este caso de un programa informático de posicionamiento. Este acoplamiento 24 resulta especialmente ventajoso si se desea el levantamiento de un mapa, es decir si los resultados que da la sonda 4 se exponen en correspondencia con una representación de la zona 1.

65 Para el levantamiento de un mapa, son necesarios unos valores sucesivos de posiciones. Se pueden utilizar, según la distancia entre emisor 12 y receptores 14, 16 (es decir, la duración mínima de una recepción), la precisión

búsqueda del mapa y la velocidad de desplazamiento de la sonda 4, diferentes frecuencias de impulso, pero de preferencia inferiores a 150 o 200 Hz para evitar que dos secuencias emisión/recepción se superpongan. Se ha mostrado adecuado un valor de 80 Hz para los ultrasonidos.

5 En particular en el caso del levantamiento de un mapa, pero también si solo se desea una determinación precisa de la localización de la sonda 4, se puede realizar una calibración: se corrige la sincronización de los contadores, se determina la posición de los receptores 14, 16, de tal modo que se obtiene a continuación una localización "absoluta" (es decir, sujeta a unas limitaciones físicas) de los resultados.

10 De manera ventajosa, de acuerdo con la invención, la calibración se lleva a cabo sin medir la distancia entre los receptores 14, 16, resultado viciado de errores si los dos receptores son totalmente independientes entre sí, en particular en ausencia de carril de acoplamiento, y localizados en una superficie 2 curva, por ejemplo.

15 De forma preferente, la calibración es asistida, es decir que el programa informático de posicionamiento presenta, por ejemplo, un módulo que guía las diferentes etapas de calibración. En particular, de forma previa a las mediciones, el emisor 12 se sitúa en la zona que hay que analizar 1 en al menos dos puntos separados por una longitud fija a lo largo de la mediatriz, y se determina el valor de las distancias. De manera ventajosa, una plantilla o asistente de posicionamiento 30, tal como se ilustra en la figura 2, está asociado al sistema 10 de acuerdo con la invención para ayudar al posicionamiento de la sonda durante esta etapa.

20 De acuerdo con un modo preferente de realización, el procedimiento de calibración permite prescindir del parámetro "temperatura": se utilizan tres puntos de tal modo que se obtiene un sistema de ecuaciones que permite determinar la velocidad de los ultrasonidos u ondas acústicas mediante el cálculo, por lo tanto sin tener que conocer la temperatura a la cual se realiza la medición. Esto resulta especialmente ventajoso en el campo de la aeronáutica en el que la temperatura puede variar extremadamente según la pieza concernida y la localización del sitio de la operación. Esta etapa permite simplificar el sistema, por la ausencia de medios para medir la temperatura, y aumentar la fiabilidad del resultado al suprimir una fuente adicional de imprecisiones. La medición de las características de la figura 1 como tal, incluso en el caso del levantamiento de un mapa, es lo suficientemente rápida como para considerar constante la temperatura a lo largo del procedimiento. Sin embargo, resulta posible proceder a calibraciones regulares.

25 En particular, al inicio del CND, el emisor 12 está solidarizado con la sonda 4; los dos receptores 14, 16 están "pegados" sobre la superficie 2 del material que hay que analizar. Una plantilla 30, por ejemplo una regla 32 provista de tres brazos paralelos equidistantes 34, está situada sustancialmente a lo largo de la mediatriz 36 de los dos receptores 14, 16. La sonda 4 se sitúa sucesivamente a lo largo de los tres brazos 34 sobre la mediatriz 36: cada posicionamiento se optimiza por medio de un asistente del programa informático y en función de los tiempos que proporcionan los sensores asociados a los receptores 14, 16. De este modo, se obtienen dos intervalos idénticos de longitud conocida: de ahí se puede deducir la velocidad de los ultrasonidos necesaria para las determinaciones de localización y la distancia entre emisores que permite el levantamiento de un mapa. Esta etapa es muy rápida y únicamente prolonga la medición propiamente dicha en algunos segundos, menos de 20 s para un operario técnico.

40 Puede entonces llevarse a cabo la medición propiamente dicha por la sonda 4. La sonda 4 se desplaza sobre la zona 1, habitualmente mediante un barrido, las características del material 2 las almacena y analiza el ordenador 6 que puede acoplarlas con los datos del sistema 10, y presentarlas de acuerdo con cualquier forma conocida (gráfica en particular).

45 El sistema de localización 10 descrito utiliza la emisión acústica; están abiertas otras posibilidades. Este se puede aplicar a cualquier técnica de control no destructivo, siendo al mismo tiempo de reducido tamaño, tanto en cuanto a espacio como a peso (por ejemplo, se puede guardar en el bolsillo de cualquier prenda de trabajo, incluso de una chaqueta). En particular, se puede adaptar a cualquier sonda 4 existente y utilizada para el mantenimiento, incluida una sonda de ultrasonidos, al ser muy diferente la frecuencia de trabajo entre las dos operaciones de posicionamiento y de análisis. Las dimensiones y la concavidad de la zona 1 de control son libres, dentro de los límites de las capacidades del aparato 10 y de la sonda 4.

50 El sistema 10 de acuerdo con la invención es especialmente fácil de implementar, sobre todo en el modo de realización con conexión USB. No precisa de materiales caros, en particular en el caso de que se utilicen las conexiones por cable 18, se pueden utilizar los actuales programas informáticos de procesamiento de datos para este tipo de cálculo.

60 Se puede considerar, ampliando el sistema 10, realizar un mapa tridimensional, por ejemplo utilizando un tercer receptor. No obstante, estas alternativas se hacen en detrimento de la facilidad y de la rapidez de uso.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de localización (10) de un aparato (4), que comprende:
- 5 - un emisor (12) de una señal,  
- exactamente dos receptores (14, 16) de la señal emitida,  
- unos medios para activar el emisor (12),  
10 - unos medios para determinar la duración entre la emisión de la señal resultante de la activación y su recepción por cada receptor (14, 16);  
siendo los receptores (14, 16) totalmente independientes entre sí e independientes del emisor (12) de tal modo que  
15 se pueden situar de forma independiente los unos de los otros, caracterizado porque el aparato es una sonda de medición acoplada al emisor (12) que está en forma de película piezoeléctrica mediante unos medios autoadhesivos.
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en el cual el emisor (12) comprende unos medios para acoplarse al aparato (4) y/o cada receptor (14, 16) comprende unos medios para asociarse a una superficie (2).
- 20 3. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2 que comprende unos medios para emitir un impulso de sincronización como medios para activar el emisor (12) y en el cual los medios para determinar la duración están acoplados de forma operativa a los medios para emitir el impulso.
- 25 4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3 en el cual la señal es de ultrasonidos y los receptores (14, 16) están asociados a unos contadores para medir el retardo entre el impulso y la recepción de los ultrasonidos por los receptores (14, 16).
- 30 5. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4 en el cual los medios para emitir un impulso están adaptados para emitir el impulso de forma repetida, en particular con una frecuencia fija.
6. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 que comprende una caja (20) que comprende unos medios para activar el emisor (12), los medios para determinar la duración entre la emisión de la señal resultante de la activación y su recepción por cada receptor (14, 16), y al cual el emisor (12) y los receptores (14, 16) están  
35 acoplados mediante conexiones por cable (18).
7. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende, además, unos medios para determinar la posición del emisor (12) mediante triangulación en función de las duraciones determinadas.
- 40 8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6 que comprende, además, unos medios para determinar la posición del emisor (12) mediante triangulación en función de las duraciones determinadas y en el cual la caja comprende un puerto de comunicaciones (22) al cual están conectados los medios para determinar la posición.
- 45 9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8 en el cual el puerto de comunicación (22) es un puerto USB.
10. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9 que comprende unos medios para calibrar la posición relativa del emisor (12) y de los receptores (14, 16).
- 50 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10 en el cual los medios para calibrar comprenden un asistente para el posicionamiento (30) y unos medios para guiar el proceso de calibrado.
12. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 a 11 en el cual el aparato es una sonda de medición de un aparato de control no destructivo (CND):
- 55 13. Procedimiento para determinar la localización de una sonda de medición (4) en una zona que hay que analizar (1), que comprende:
- 60 - el acoplamiento de la sonda de medición (4) con un emisor de una señal (12) que está en forma de película piezoeléctrica mediante unos medios autoadhesivos;  
- la colocación de exactamente dos receptores (14, 16) totalmente independientes entre sí e independientes del emisor (12), en una superficie (2) que comprende la zona que hay que analizar (1);  
- la emisión de un impulso para activar el emisor de señal (12);  
65 - la medición de la duración entre el impulso y la recepción de la señal por los receptores (14, 16);

## ES 2 463 447 T3

- la determinación de la posición de la sonda (4) mediante triangulación a partir de las duraciones medidas.

- 5 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 en el cual la zona que hay que analizar (1) es una parte de una superficie de un material y los receptores (14, 16) están situados sobre la superficie (2) en el exterior de la parte que hay que analizar (1).
- 10 15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 14 que comprende la calibración de la localización de los dos receptores (14, 16).
- 15 16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15 en el cual la calibración comprende el posicionamiento de la sonda (4) en dos puntos al menos situados sustancialmente en la mediatriz (36) entre dos receptores (14, 16).
17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16 en el cual la calibración comprende el posicionamiento de la sonda (4) en al menos tres puntos separados a intervalos regulares a lo largo de la mediatriz (36).
- 20 18. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 16 a 17 en el cual el posicionamiento de la sonda (4) se lleva a cabo por medio de un asistente (30) de posicionamiento.
- 25 19. Procedimiento para levantar el mapa de una superficie que utiliza un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 18 en el cual las etapas de emisión, de medición de la duración y de determinación se repiten para cada punto del mapa.
20. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 19 en el cual emisor (12) y receptores (14, 16) utilizan una señal de ultrasonidos.
21. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 20 en el cual emisor y receptores forman parte de un sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12.
- 30 22. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 a 21 en el cual la determinación de la posición de la sonda (4) está asociada al análisis de la medición de la sonda (4).

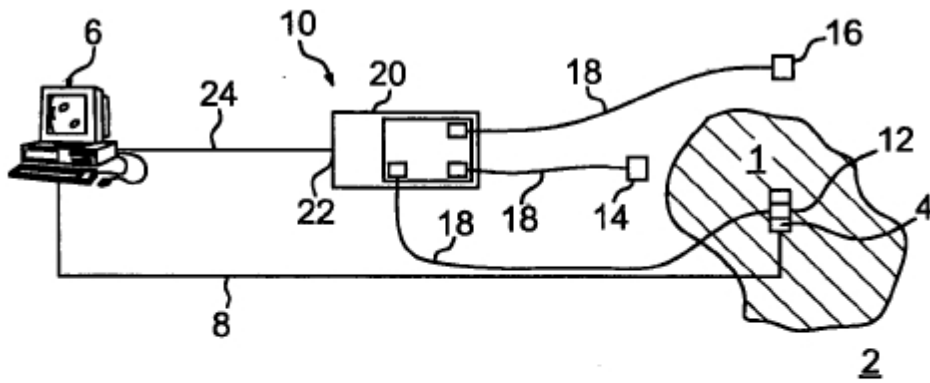


FIG. 1

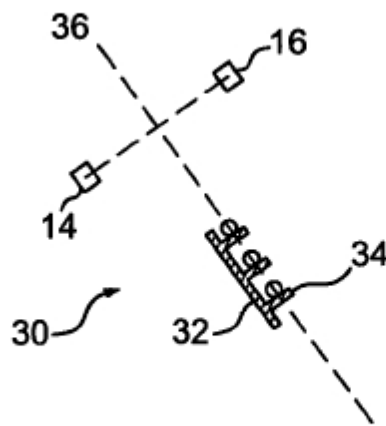


FIG. 2