

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 660**

51 Int. Cl.:

**G01H 3/12** (2006.01)

**G03H 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2009 E 09174748 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2182334**

54 Título: **Dispositivo de medición y representación de las fuentes de ruido en el interior de un espacio**

30 Prioridad:

**03.11.2008 FR 0806102**

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

**03.01.2014**

73 Titular/es:

**MICRODB (100.0%)  
7B ALLEE CLAUDE DEBUSSY  
69130 ECULLY, FR**

72 Inventor/es:

**ROBIN, MAXIME y  
BEGUET, BERNARD**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 436 660 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**

Dispositivo de medición y representación de las fuentes de ruido en el interior de un espacio.

5 La invención se refiere a un dispositivo de medición y de representación de las fuentes de ruido en el interior de un espacio delimitado por una superficie así como a un procedimiento correspondiente.

10 El confort acústico en el interior de un recinto, y concretamente de un habitáculo de vehículo, tal como un vehículo automóvil o tren, se ha convertido en un reto competitivo. Para optimizarlo, es necesario conocer la importancia de la radiación sonora de los diferentes paneles del habitáculo, tales como cristal o ventanilla, superficie revestida... para realizar tratamientos de aislamiento acústico allí donde sea necesario.

15 Para ello, conviene disponer de medios que permitan localizar las fuentes de ruido, así como la intensidad sonora de tales fuentes.

Se presenta un dispositivo de medición y de representación de las fuentes de ruido en la zona habitable de un vehículo en el artículo de D. Vaucher de la Croix *et al.*, Holographie acoustique appliquée à des mesures intérieures 3D en habitable, Ingénieurs de l'Automobile, págs. 132-136, 139, nov.-dic. de 2000.

20 Se conoce un dispositivo de medición y de representación de las fuentes de ruido a partir del documento EP 1 557 688.

25 Este documento describe un dispositivo de medición, destinado a disponerse en un espacio delimitado por una superficie, que comprende una pluralidad de micrófonos dispuestos sobre un soporte esférico y que permite generar un holograma de las fuentes de ruido, es decir una representación de la distribución de las presiones y/o intensidades acústicas.

El holograma permite identificar fácilmente las fuentes de ruido en el interior del espacio.

30 Con el fin de efectuar la correlación entre las fuentes de ruido visibles en el holograma y las zonas de la superficie que generan este ruido, resulta útil efectuar una representación tridimensional de la superficie del espacio, y aplicar o superponer a la misma el holograma. Es posible entonces, con la ayuda del holograma, identificar la posición de las fuentes de ruido, y determinar, con la ayuda de la representación de la superficie, el elemento de la superficie que genera este ruido.

35 Con el fin de que pueda aprovecharse un procedimiento de este tipo de identificación de las fuentes de ruido, es necesario que la representación tridimensional de la superficie sea lo más fiel posible, y que el holograma se posicione correctamente con respecto a la representación tridimensional.

40 Un primer procedimiento conocido consiste en utilizar representaciones realizadas con la ayuda de geometrías de malla, proporcionadas por los constructores, efectuar la medición acústica, por ejemplo con la ayuda de un dispositivo del tipo del mismo expuesto en el documento EP 1 557 688, obtener un holograma de las fuentes de ruido y aplicar dicho holograma a la geometría.

45 Este procedimiento plantea los siguientes problemas.

50 En primer lugar, por motivos de confidencialidad, los constructores son poco proclives a proporcionar los planos y las representaciones de sus vehículos o aparatos. Además, las geometrías proporcionadas utilizan generalmente un mallado fino, difícil de aprovechar como tal por motivos de complejidad de cálculo. Entonces es necesario depurar los mallados de las geometrías, lo que es largo, fastidioso, y se corre el riesgo de generar geometrías poco fieles a la realidad.

55 Finalmente, el posicionamiento del dispositivo de medición, y por tanto del holograma, con respecto a la geometría de la superficie, es difícil de determinar con precisión. En efecto, hay que medir los 6 grados de libertad (tres rotaciones y tres traslaciones) del dispositivo de medición.

60 Un segundo procedimiento consiste en calcular el campo acústico en superficies de cálculo virtuales simplificadas. La geometría real del espacio no se tiene entonces en cuenta y pueden cometerse errores de cálculo. Se aplican tomas de imágenes del espacio a las superficies de cálculo, de manera que se forme una textura.

Se recuerda que una textura es una representación de una superficie, que permite simular el aspecto de la misma cuando se aplica o se "pega" sobre un objeto o una geometría tridimensional.

65 Aparecen discontinuidades o distorsiones entre las tomas de imágenes y el holograma, lo que perturba la localización y la visualización precisa de las fuentes de ruido.

Un tercer procedimiento consiste en desplazar manualmente una antena acústica que integra un sistema de posicionamiento. La geometría de cálculo generada está constituida por un conjunto de planos del tamaño de la antena, demasiado burdos para efectuar una localización precisa de las fuentes de ruido. Además, no se aplica ninguna textura a la geometría así obtenida, lo que hace difícil la visualización y la localización de las fuentes de ruido. Finalmente, este procedimiento plantea problemas de resincronización de las posiciones de la antena cuando el espacio de medición está en movimiento.

La invención pretende remediar estos inconvenientes proponiendo un dispositivo de medición y de representación de las fuentes de ruido en el interior de un espacio delimitado por una superficie, que permite obtener una visualización precisa de las fuentes de ruido, y de manera sencilla.

Para ello, la invención se refiere a un dispositivo de medición y de representación de las fuentes de ruido en el interior de un espacio delimitado por una superficie, caracterizado porque comprende

un conjunto móvil que comprende un sensor dimensional asociado a medios de toma de imágenes, estando el conjunto móvil diseñado para barrer al menos una parte del espacio, de manera que, durante el barrido, el sensor dimensional determina la posición de una pluralidad de puntos de la superficie, y los medios de toma de imagen registran al menos una imagen de una zona de dicha superficie, estando cada imagen asociada a al menos una coordenada que permite deducir la posición de la imagen con respecto a la superficie,

medios diseñados para reconstituir la geometría tridimensional de la superficie que delimita el espacio, a partir de las mediciones procedentes del sensor dimensional, y para aplicar a dicha geometría una textura formada por el ensamblaje de las imágenes, estando cada imagen posicionada en dicha geometría en función de las coordenadas asociadas,

un sistema de medición acústica o vibratoria, cuya posición se determina con respecto al conjunto móvil, medios de generación de un holograma de las fuentes de ruido, es decir de una distribución de las presiones, intensidades o aceleraciones acústicas o vibratorias en diferentes puntos de la superficie, a partir de las mediciones efectuadas por el sistema de medición acústica o vibratoria,

medios diseñados para aplicar el holograma de las fuentes de ruido a la geometría calculada de la superficie y a la textura, de manera que se obtiene una representación de las fuentes de ruido en el interior del espacio.

De esta manera, puede obtenerse una representación realista de la superficie, comprendiendo esta representación las informaciones relativas, por una parte, a la geometría de la superficie y, por otra parte, a la textura de la misma. El número de puntos medidos se determina de manera que sea lo suficientemente importante como para ofrecer una representación fiel de la geometría de la superficie, pero lo suficientemente pequeño como para facilitar el cálculo.

Además, al conocerse la posición del dispositivo de medición enfrentado al sensor dimensional, el holograma generado por el dispositivo de medición puede posicionarse con precisión con la ayuda del sensor dimensional.

Se obtiene entonces finalmente una representación precisa y fiel de las fuentes de ruido y del espacio en el que se efectúa la medición. La localización de las fuentes de ruido se facilita así enormemente.

El conjunto móvil puede ser distinto o no del sistema de medición. En el caso en el que los mismos son distintos entre sí, el conjunto móvil puede retirarse o no del espacio cuando se efectúa la medición con la ayuda del sistema de medición.

Según una característica de la invención, el conjunto móvil comprende una base fija sobre la que se monta un soporte articulado, estando el sensor dimensional y los medios de toma de imágenes montados sobre el soporte articulado.

Ventajosamente, el soporte articulado comprende un primer brazo montado de manera pivotante sobre la base, alrededor del eje longitudinal del primer brazo, y un segundo brazo montado de manera pivotante sobre el primer brazo, alrededor de un eje perpendicular al eje del primer brazo.

Esta disposición permite barrer la totalidad del espacio con la ayuda de una articulación que sólo comprende dos grados de libertad. Un número reducido de grados de libertad permite facilitar los cálculos de posicionamiento de los puntos barridos.

Según una posibilidad de la invención, el sistema de medición comprende una pluralidad de sensores de campo vibratorio y/o acústico, orientados según varias direcciones y montados en un soporte esférico.

Preferiblemente, los sensores de campo vibratorio y/o acústico son vibrómetros láser y/o micrófonos.

Según una característica de la invención, el soporte esférico se fija sobre el soporte articulado.

De esta manera, el conjunto móvil y el sistema de medición forman un solo dispositivo, lo que facilita el posicionamiento de uno con respecto al otro. Se obtiene entonces un único dispositivo que permite efectuar a la vez las mediciones dimensionales y acústicas o vibratorias en el interior del espacio. Se limitan así las manipulaciones durante la medición.

Ventajosamente, el sensor dimensional y los medios de toma de imágenes están montados a nivel de la superficie externa del soporte esférico.

Teniendo en cuenta las longitudes de onda que van a medirse, el hecho de que los medios de toma de imágenes y el sensor dimensional sobresalgan del soporte esférico no perturba o perturba poco la medición acústica o vibratoria efectuada.

Según una forma de realización de la invención, el sensor dimensional es un sensor láser, de infrarrojos o de ultrasonidos, que permite determinar la distancia entre el punto correspondiente de la superficie y dicho sensor.

Según otra forma de realización de la invención, el sensor dimensional comprende al menos dos cámaras y medios de tratamiento de los datos aptos para recibir los datos procedentes de las cámaras y calcular, mediante estereoscopia, la posición de cada punto barrido.

Preferiblemente, los medios de toma de imagen comprenden una cámara digital.

La invención se refiere además a un procedimiento de medición y de representación de las fuentes de ruido en el interior de un espacio delimitado por una superficie, caracterizado porque comprende las etapas siguientes:

- posicionar, en el interior del espacio, un conjunto móvil que comprende un sensor dimensional asociado a medios de toma de imágenes,
- barrer al menos una parte del espacio con la ayuda del conjunto móvil, de manera que, durante el barrido, el sensor dimensional determina la posición de una pluralidad de puntos de la superficie, y los medios de toma de imagen registran al menos una imagen de una zona de dicha superficie, estando cada imagen asociada a al menos una coordenada que permite deducir la posición de la imagen con respecto a la superficie,
- reconstituir la geometría tridimensional de la superficie y aplicar a dicha geometría una textura formada por el ensamblaje de las imágenes, estando cada imagen posicionada en dicha geometría en función de las coordenadas asociadas,
- efectuar una medición acústica o vibratoria con la ayuda de un sistema de medición dispuesto en el interior del espacio y cuya posición se conoce con respecto al conjunto móvil,
- generar un holograma de las fuentes de ruido, es decir una distribución de las presiones, intensidades o aceleraciones acústicas o vibratorias en diferentes puntos de la superficie, a partir de las mediciones efectuadas por el sistema de medición,
- aplicar el holograma de las fuentes de ruido a la geometría calculada de la superficie y a la textura, de manera que se obtiene una representación de las fuentes de ruido en el interior del espacio.

En cualquier caso, la invención se comprenderá bien con la ayuda de la siguiente descripción, en referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que representan, a modo de ejemplo non limitativo, una forma de realización de este dispositivo.

La figura 1 es una vista frontal de un conjunto móvil y de un sistema de medición en el interior de un espacio;

la figura 2 es una representación esquemática de un dispositivo de medición y de representación de las fuentes de ruido según la invención;

la figura 3 es una representación esquemática del procedimiento según la invención;

la figura 4 es una representación gráfica de la geometría de un espacio;

la figura 5 es una representación gráfica de dicha geometría, en la que se han aplicado una textura y un holograma de las fuentes de ruido.

Las figuras 1 y 2 representan un sistema de medición acústica dispuesto en el interior de un espacio 1 delimitado por una superficie 2. El sistema de medición acústica comprende un soporte esférico 3, de centro A y realizado de material rígido, cuya superficie exterior 4 puede recubrirse de un material absorbente.

En el interior del soporte esférico 3 están montados micrófonos 5 que afloran cada uno en la superficie exterior 4.

Un sistema de medición de este tipo es similar al descrito en el documento EP 1 557 668.

5 El soporte esférico 3 está montado sobre un soporte articulado que comprende un primer brazo y un segundo brazo 6, 7.

10 El primer brazo 6 comprende un primer extremo 8 montado de manera pivotante, alrededor del eje longitudinal B del brazo, sobre una base fija (non representada), y un segundo extremo 9 dispuesto en el centro A del soporte esférico 3.

15 Un primer extremo 10 del segundo brazo 7 está montado de manera pivotante sobre el segundo extremo 9 del primer brazo 6, alrededor de un eje perpendicular al eje B del primer brazo 6 y que pasa por el centro A.

El segundo brazo 7 se extiende en el interior del soporte esférico 3, desde el centro A del mismo, y desemboca, en un segundo extremo 11, en el exterior del mismo y en proximidad de la superficie externa 4.

20 El segundo extremo 11 del segundo brazo 7 porta una cámara 12 digital, apta para tomar una imagen de una zona 13 de la superficie. El segundo extremo 11 porta además un sensor dimensional 14 de tipo sensor láser, de infrarrojos o de ultrasonidos, apto para medir la distancia  $d$  entre el sensor 14 y el punto 15 correspondiente de la superficie.

25 Las articulaciones de los brazos 6, 7 están motorizadas y se accionan con la ayuda de una orden 16 digital (véase la figura 2), conectada a un ordenador mediante un enlace USB.

Asimismo, puede registrarse la posición angular de cada articulación, es decir de cada enlace de pivote, por medio de un dispositivo 18 de adquisición digital, conectado al ordenador 17 mediante un enlace Ethernet.

30 Las señales procedentes de los micrófonos 5 también se digitalizan, después se tratan con la ayuda del dispositivo 18 de adquisición y del ordenador 17.

Finalmente, la propia cámara 12 está conectada al ordenador 17 mediante un enlace USB.

35 A continuación va a describirse el funcionamiento de este dispositivo en más detalle, con referencia a la figura 3.

Los motores se accionan de manera que dirigen el sensor dimensional 14 y la cámara 12 en dirección a un punto 15 de la superficie 2.

40 Las coordenadas relativas de este punto 15 se deducen mediante la rotación de las articulaciones de los brazos 6, 7 y mediante la medición de la distancia  $d$  entre el sensor 14 y el punto 15 objetivo por el mismo.

45 La cámara 12 toma una imagen de la zona 13 correspondiente de la superficie 2, situada alrededor del punto 15 objetivo. La imagen se asocia, mediante tratamiento informático, a las coordenadas del punto 15 objetivo.

A continuación, se accionan de nuevo los motores de manera que dirigen el sensor dimensional 14 y la cámara 12 en dirección a otro punto, apartado del anterior.

50 Las posiciones de los puntos 15 objetivo se calculan de manera que se forma un mallado regular de la superficie 2, barriéndose entonces la superficie teniendo en cuenta los puntos del mallado determinados previamente.

Se obtiene entonces una base de datos que comprende las coordenadas del conjunto de los puntos 15 del mallado así como una multitud de imágenes asociadas a cada uno de los puntos.

55 Según una posibilidad de la invención, se realiza un número de imágenes inferior al número de puntos del mallado, en la medida en que existe un recubrimiento suficiente de dos imágenes vecinas. No obstante, en este caso, se tendrá cuidado de que el número de imágenes sea suficiente para permitir que se obtenga una textura y una renderización realistas.

60 La geometría tridimensional de la superficie 2 se reconstruye entonces a partir de las coordenadas en el espacio de cada punto 15, tal como se ilustra en la figura 4.

Además, las imágenes se ensamblan de manera que se forma una textura que se añade o se aplica contra la geometría de la superficie.

65 De esta manera, se crea una representación realista de la superficie.

A continuación, se vuelve a posicionar el soporte esférico, después se efectúa una medición acústica con la ayuda de los micrófonos.

5 Durante esta medición, el ordenador realiza una adquisición de las señales procedentes de los micrófonos 5. Se tratan las señales, después se genera un holograma de las fuentes de ruido.

10 Se recuerda que un holograma es una representación visual de las distribuciones de las presiones, intensidades o aceleraciones acústicas o vibratorias en diferentes puntos de la superficie, a partir de las mediciones efectuadas por el sistema de medición acústica o vibratoria.

En el caso del ejemplo representado en las figuras, sólo se señalan las presiones y las intensidades acústicas, no teniéndose en cuenta los fenómenos vibratorios.

15 Los procedimientos de obtención de un holograma a partir de las señales procedentes de micrófonos los conoce el experto en la materia y no se detallan en la presente memoria.

20 El holograma así obtenido se aplica a la geometría tridimensional y a la textura. El conjunto de estas informaciones, superpuestas unas a otras, permite obtener la representación ilustrada en la figura 5.

Se destaca que el holograma proporciona una información precisa sobre la posición de las fuentes 19 de ruido. Además, la textura permite determinar cuáles son los elementos que generan un ruido de ese tipo.

25 Se observa que la invención permite localizar fácilmente y con precisión las fuentes de ruido en el interior de un espacio 1.

Este espacio 1 puede ser por ejemplo el habitáculo de un vehículo o la bodega de un avión.

30 En el caso representado en las figuras, sólo se miden los campos acústicos. No obstante, los micrófonos 5 pueden sustituirse por sensores de campo vibratorio, por ejemplo vibrómetros láser. En este caso, es posible medir el campo vibratorio y generar así un holograma de distribución de las intensidades y/o aceleración vibratorias.

35 Evidentemente, la presente invención no se limita a la única forma de ejecución de este dispositivo, sino que abarca, por el contrario, todas las variantes de realización y de aplicación que respeten el mismo principio.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de medición y de representación de unas fuentes (19) de ruido en el interior de un espacio (1) delimitado por una superficie (2), caracterizado porque comprende:
- 5 - un conjunto móvil que comprende un sensor dimensional (14) asociado a unos medios de toma de imágenes (12), estando el conjunto móvil diseñado para barrer al menos una parte del espacio (1), de manera que, durante el barrido, el sensor dimensional (14) determine la posición de una pluralidad de puntos (15) de la superficie (2), y los medios de toma de imagen (12) registren al menos una imagen de una zona (13) de dicha superficie (2), estando cada imagen asociada a al menos una coordenada que permite deducir la posición de la imagen con respecto a la superficie (2),
  - 10 - unos medios (17) diseñados para reconstituir la geometría tridimensional de la superficie (2) que delimita el espacio (1) a partir de las mediciones procedentes del sensor dimensional (14), y para aplicar a dicha geometría una textura formada por el ensamblaje de las imágenes, estando cada imagen posicionada en dicha geometría en función de las coordenadas asociadas,
  - 15 - un sistema de medición acústica o vibratoria (3, 5), destinado a disponerse en el interior del espacio (1), cuya posición es determinada con respecto al conjunto móvil,
  - 20 - unos medios de generación de un holograma de las fuentes (19) de ruido, es decir de una distribución de las presiones, intensidades o aceleraciones acústicas o vibratorias en diferentes puntos de la superficie (2), a partir de las mediciones efectuadas por el sistema de medición acústica o vibratoria (3, 5),
  - 25 - unos medios diseñados para aplicar el holograma de las fuentes de ruido a la geometría calculada de la superficie (2) y a la textura, de manera que se obtenga una representación de las fuentes de ruido en el interior del espacio (1).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el conjunto móvil comprende una base fija, sobre la cual está montado un soporte articulado (6, 7), estando el sensor dimensional (14) y los medios de toma de imágenes (12) montados sobre el soporte articulado (6, 7).
3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque el soporte articulado comprende un primer brazo (6) montado de manera pivotante sobre la base, alrededor del eje longitudinal (B) del primer brazo (6), y un segundo brazo (7) montado de manera pivotante sobre el primer brazo (6), alrededor de un eje perpendicular al eje (B) del primer brazo (6).
- 35 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el sistema de medición comprende una pluralidad de sensores de campo vibratorio y/o acústico (5), orientados según varias direcciones y montados en un soporte esférico (3).
- 40 5. Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado porque los sensores de campo vibratorio y/o acústico son vibrómetros láser y/o micrófonos (5).
- 45 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 4 ó 5, caracterizado porque el soporte esférico (3) está fijado sobre el soporte articulado (6, 7).
7. Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el sensor dimensional (14) y los medios de toma de imágenes (12) están montados al nivel de la superficie externa (4) del soporte esférico (3).
- 50 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el sensor dimensional (14) es un sensor láser, de infrarrojos o de ultrasonidos, que permite determinar la distancia (d) entre el punto (15) correspondiente de la superficie (2) y dicho sensor dimensional (14).
- 55 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el sensor dimensional (14) comprende al menos dos cámaras y unos medios de tratamiento de los datos aptos para recoger los datos procedentes de las cámaras y calcular, mediante estereoscopia, la posición de cada punto barrido.
- 60 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque los medios de toma de imagen comprenden una cámara (12) digital.
11. Procedimiento de medición y de representación de las fuentes (19) de ruido en el interior de un espacio (1) delimitado por una superficie (2), caracterizado porque comprende las etapas siguientes:
- 65 - posicionar, en el interior del espacio (1), un conjunto móvil que comprende un sensor dimensional (14) asociado a unos medios de toma de imágenes (12),

## ES 2 436 660 T3

- 5 - barrer al menos una parte del espacio (1) con la ayuda del conjunto móvil, de manera que, durante el barrido, el sensor dimensional (14) determine la posición de una pluralidad de puntos (15) de la superficie (2), y los medios de toma de imagen (12) registren al menos una imagen de una zona (13) de dicha superficie (2), estando cada imagen asociada a al menos una coordenada que permite deducir la posición de la imagen con respecto a la superficie (2),
- 10 - reconstituir la geometría tridimensional de la superficie (2) y aplicar a dicha geometría una textura formada por el ensamblaje de las imágenes, estando cada imagen posicionada en dicha geometría en función de las coordenadas asociadas,
- 15 - efectuar una medición acústica o vibratoria con la ayuda de un sistema de medición (3, 5) dispuesto en el interior del espacio (1) y cuya posición es determinada con respecto al conjunto móvil,
- 20 - generar un holograma de las fuentes (19) de ruido, es decir una distribución de las presiones, intensidades o aceleraciones acústicas o vibratorias en diferentes puntos de la superficie (2), a partir de las mediciones efectuadas por el sistema de medición (3, 5),
- aplicar el holograma de las fuentes de ruido a la geometría calculada de la superficie (2) y a la textura, de manera que se obtenga una representación de las fuentes de ruido en el interior del espacio (1).

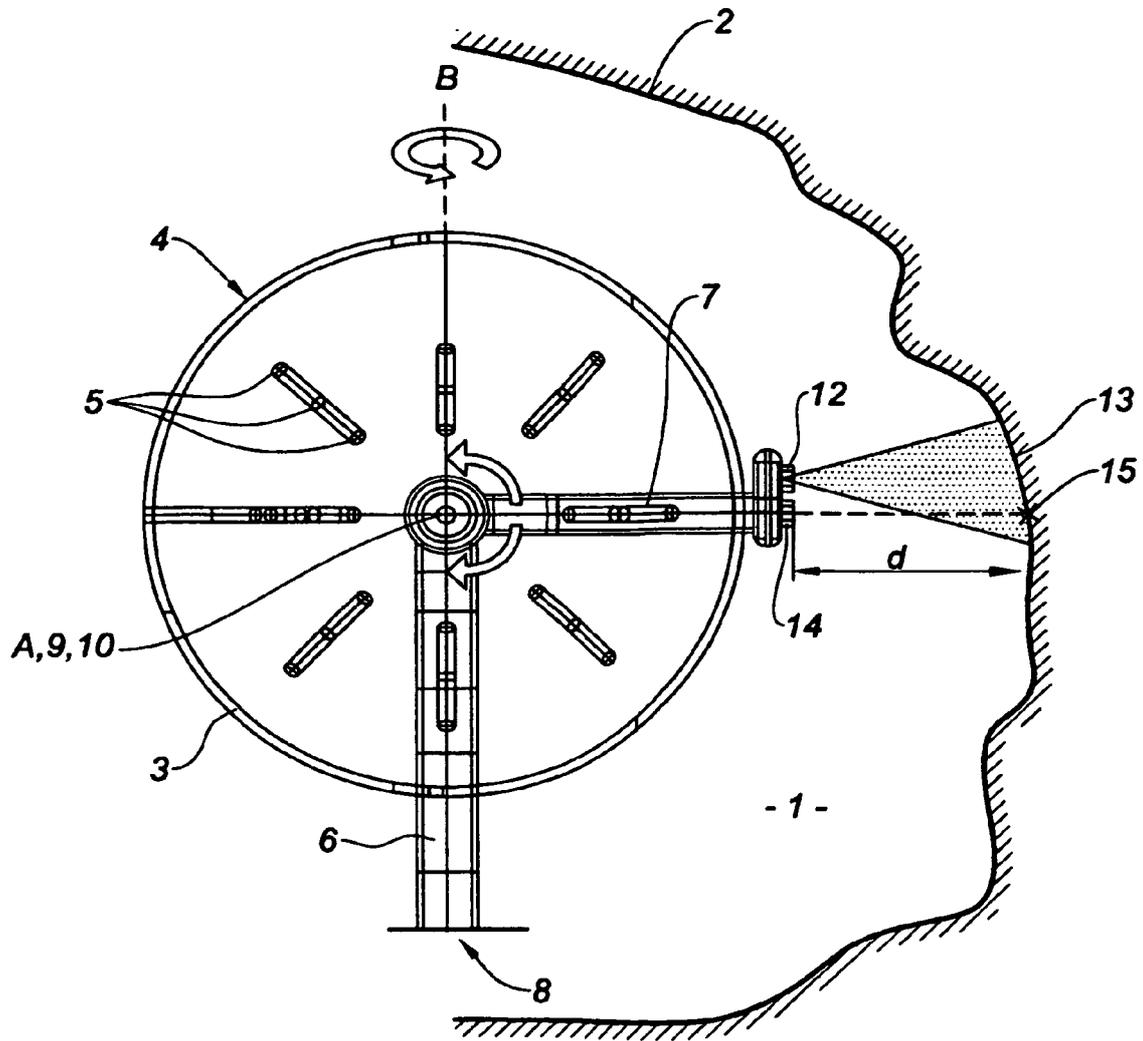


Fig. 1

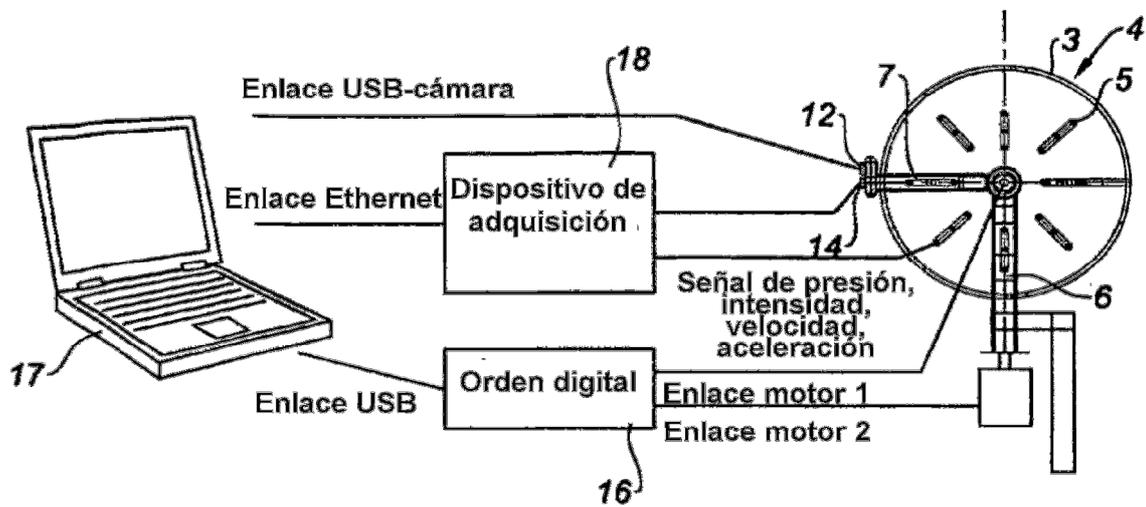


Fig. 2

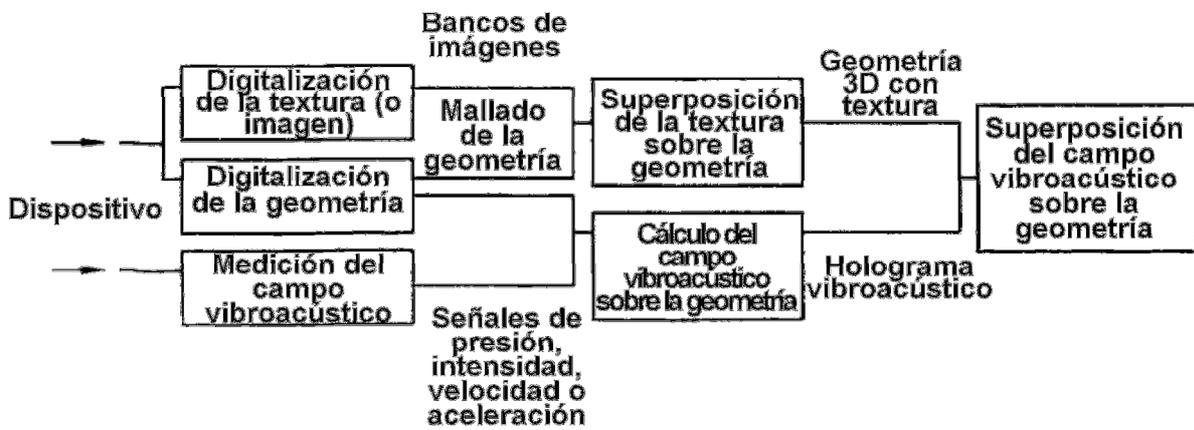
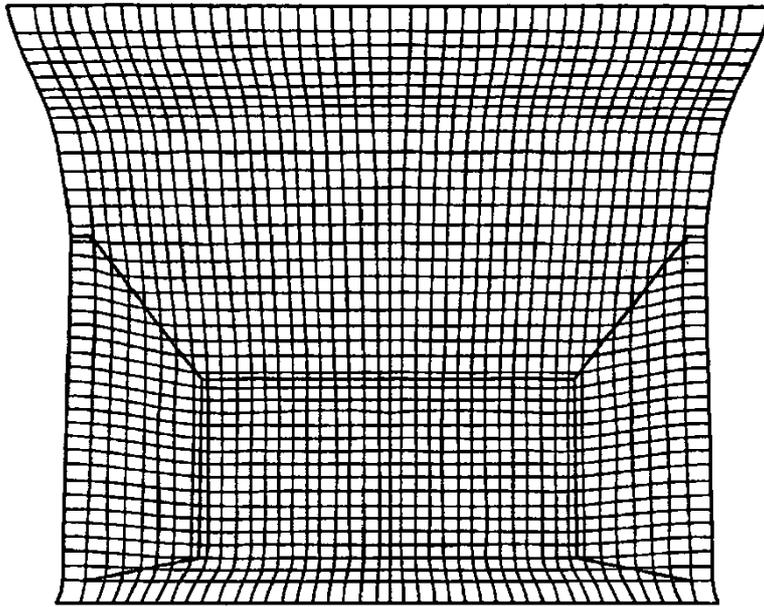
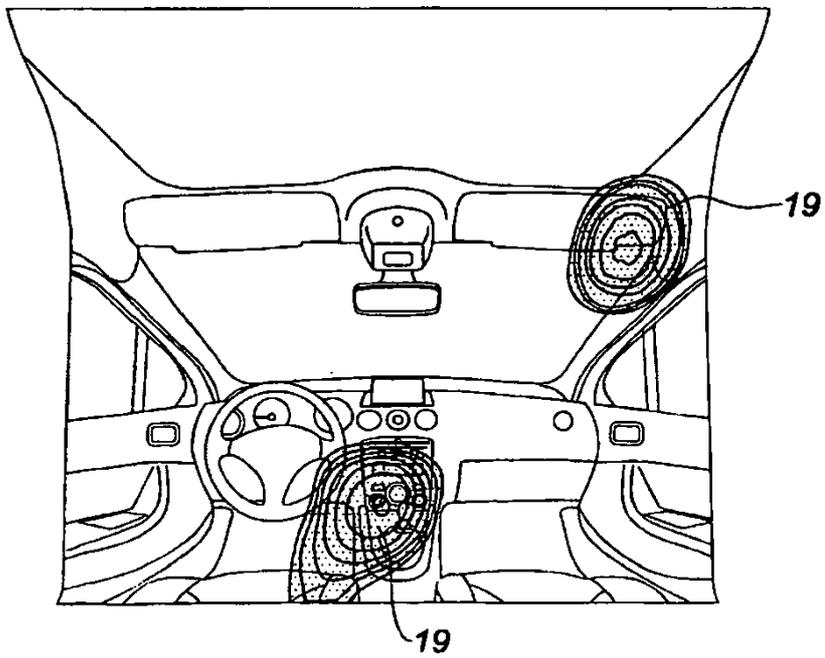


Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**