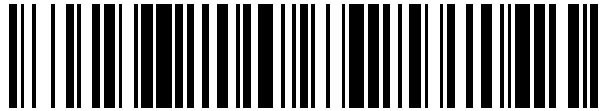


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 394**

21 Número de solicitud: 201530592

51 Int. Cl.:

**H04R 5/027** (2006.01)

**H04S 1/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**30.04.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**02.11.2016**

Fecha de concesión:

**10.05.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**18.05.2017**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
(100.0%)**

**Ramiro de Maeztu 7  
28040 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA MORALES, Lino;  
MÍNGUEZ OLIVARES, Antonio;  
TABERNERO GIL, Francisco Javier y  
GRUNDMAN ISLA, Jorge**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

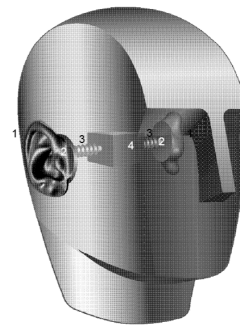
54 Título: **Maniquí acústico virtual para la toma de sonido biaural**

57 Resumen:

Maniquí acústico virtual para la toma de sonido biaural.

Sistema de audición biaural artificial para toma de sonido biaural, comprendiendo dos pabellones auriculares artificiales (1) de posición ajustable; un micrófono omnidireccional acoplado en el pabellón auditivo de cada pabellón auricular artificial y un sistema de procesamiento digital de señal para procesar las señales sonoras captadas por los micrófonos. El sistema de audición biaural artificial (dummy ears) permite capturar la espacialidad del campo sonoro, como lo hace un maniquí acústico (dummy head), pero utilizando únicamente los pabellones auriculares y eliminando toda la estructura cabeza-torso del maniquí.

FIGURA 1



ES 2 588 394 B2

## DESCRIPCION

Maniquí acústico virtual para la toma de sonido biaural

### 5 SECTOR TÉCNICO

La presente invención se relaciona, en general, con el audio, con todos los derivados de aplicación de la grabación sonora y, más en concreto, con la captura de la espacialidad del campo sonoro y la reproducción biaural. Algunos ejemplos son: industria musical, postproducción, cine, videojuegos, multimedia, síntesis de espacios sonoros, mezcla con auriculares, etc.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 El sonido que procesa el sistema perceptual humano llega a través de un sistema biaural modelado comúnmente mediante la función de transferencia de la cabeza (HRTF, *Head-Related Transfer Function*). La captura de sonido biaural con un sistema cabeza-torso (en inglés: *dummy head*) permite posteriormente conseguir la reproducción más o menos fiel del campo sonoro; la percepción del oyente con auriculares es "tal como si estuviera en el lugar y en el entorno" en el que se grabó. Esto es así porque el simulador de cabeza-torso (maniquí acústico) modela las reflexiones, absorciones y difracciones del sonido en el receptor de la manera más fiel a las que experimenta una persona media. Sus propiedades físicas (dimensiones, materiales, peso, constitución, forma, detalles, etc.) son similares a las de una persona "media". Esto, evidentemente supone una gran simplificación, ya que todos estos atributos tienen valores diferentes para cada persona, pero genera unas cualidades perceptualmente aceptables. Los sistemas cabeza-torso son normalmente muy costosos, pesados y delicados para transportar puesto que depositan todas sus prestaciones en la materialidad de la estructura.

30 Los maniqués acústicos, integran simuladores de oído (pabellón y canal interno auditivo) para medir o grabar la señal de audio equivalente a la percibida por el ser humano, ya sea procedente de un medio electrónico (audífono o auriculares) o recibida directamente del campo sonoro del entorno. Existen varios tipos:

- 35 • Simuladores de cabeza y torso que incluyen el simulador de oído completo (pabellón y canal interno auditivo). Están pensados principalmente para medir la respuesta

acústica de audífonos y auriculares. Entre estos se encuentran los modelos de Kemar (Knowles Electronics Inc.), Head Acoustics HMS II.4 y Cortex Instruments Binaural Recording Head (Mk1 y Mk2).

- 5 • Simuladores de cabeza y torso que incluyen el simulador de oído completo (pabellón y canal interno auditivo) y además incorporan una boca artificial (voz artificial). Están destinados a realizar medidas de dispositivos de comunicación con auriculares y micrófono (telefonía y otros tipos de comunicación). Ejemplos de estos simuladores son los modelos de Brüel & Kjaer 4128C y de Head Acoustics HMS II.3.
- 10 • Simuladores de cabeza y torso que incluyen el simulador de oído parcial (sólo pabellón auditivo). El micrófono de medida bloquea el canal auditivo. Su uso está pensado para realizar grabaciones de sonido binaurales. El modelo de Brüel & Kjaer 4100 y el de Head Acoustics HMS III son un ejemplo de este tipo de medidas.

15 Existen tres estándares que especifican las características físicas y acústicas que han de tener los simuladores de torso y cabeza. Estos son: ANSI S3.36 (*Manikin for simulated in-situ airborne acoustic measurements*), IEC TR 60959 (*Provisional head and torso simulator for acoustic measurements on air conduction hearing aids*) e ITU-T P.58 (*Head and torso simulator for telephonometry*).

20 El estándar ANSI S3.36 especifica unas dimensiones físicas que se corresponden con el maniquí acústico Kemar. Además incluye el estándar ANSI S3.25 (*American National Standard for an occluded ear simulator*) que fija las características del simulador de oído (pabellón y canal auditivo).

25 El estándar IEC TR 60959 establece unas dimensiones idénticas al estándar anterior ANSI S3.36 pero el simulador de oído (pabellón auditivo sin canal) sigue las especificaciones del estándar IEC 60711 (*Occluded-ear simulator for the measurement of earphones coupled to the ear by ear inserts*).

30 Las dimensiones reflejadas en el estándar ITU-T P.58 son algo diferentes de los otros dos estándares. Coinciden con las de los simuladores de torso y cabeza comerciales de Brüel & Kjaer 4128C y Head Acoustics HMS II.3. El oído artificial del ITU-T P.58 sigue el estándar ITU-T P.57. Establece varios modelos: el tipo 2 (pabellón sin canal auditivo –*occluded ear*– que coincide con el estándar IEC 60711) y los tipos 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 (pabellones auditivos  
35 de dimensiones diferentes –con canal interno–, de acuerdo al tipo de medida requerida).

Los tres estándares (ANSI S3.36, IEC TR 60959 e ITU-T P.58) definen también la función de transferencia acústica de la cabeza (HRTF –*Head Related Transfer Function*–). En los estándares ANSI S3.36 e IEC TR 60959 la HRTF puede considerarse idéntica y se refiere al nivel de presión sonora (SPL –*Sound Pressure Level*–) existente en el tímpano con respecto al SPL en campo libre (sin maniquí acústico) en el punto central interno de la cabeza. En el estándar ITU-T P.58 la HRTF se refiere al SPL en el tímpano respecto al SPL en campo libre (sin cabeza) pero sólo en la posición 0° de azimut; en cambio, si se gira el maniquí acústico (90°, 180° y 270°) la HRTF se refiere al SPL en el tímpano respecto al SPL a 0° de azimut (sin girar).

Más del 95% de la información direccional que el cerebro necesita depende del diseño del pabellón auricular y de la distancia inter-aural. Sin embargo, no existen en la actualidad dispositivos que permitan la adaptación de estos dos parámetros para mejorar las medidas en casos en los que por ejemplo, los atributos de la persona disten de la persona media.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención permite capturar el campo sonoro biaural para una multitud de configuraciones gracias a que permite regular la distancia entre los pabellones auricular y la sustitución de los mismos. Con este fin, el sistema cabeza–torso material, real, es sustituido por un sistema de procesamiento digital de señal inmaterial, virtual. Para simplificar la jerga utilizada en el texto usaremos el término *dummy head* para referirnos al sistema cabeza–torso material (antecedente de la invención) y el término *dummy ears* para referirnos al sistema cabeza–torso inmaterial (presente invención).

Los pabellones auriculares son moldeados con una impresora 3D para que reproduzcan la complejidad morfológica del oído externo y constituyan, conjuntamente con el sistema mecánico de acoplamiento, el único elemento material que interviene directamente en la captura del campo sonoro. En cada pabellón auricular se inserta un micrófono omnidireccional. Cada micrófono omnidireccional a su vez está acoplado a un sistema de procesamiento digital de señal encargado de simular las funciones de transferencia, HRTFs.

La presente invención tiene las siguientes ventajas sobre el arte previo:

- ↑ El sistema de acoplamiento mecánico de los pabellones auriculares es muy simple y permite regular la distancia biaural.

- 5
- ↓ El sistema *dummy ears* puede modelar el sistema cabeza–torso real de cualquier individuo; a diferencia del sistema *dummy head* que sólo admite una configuración fija de todos sus atributos.
  - ↓ Admite cualquier tipo de pabellón auricular.
  - ↓ Es de bajo coste (de orden 100 veces inferior).

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 A continuación se pasa a describir, de manera muy breve, una figura que ayudan a comprender mejor la invención y que se relaciona expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

15 La Figura 1 es un diagrama que muestra las partes fundamentales del sistema biaural artificial de la invención (*dummy ears*) y donde la cabeza y el torso del arte previo aparecen superpuestos.

## DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

20 Según se ilustra en la Figura 1, se puede apreciar el sistema de acuerdo a la presente invención con dos pabellones auriculares (1), un micrófono insertado en el pabellón auditivo de cada pabellón auricular (2), un sistema regulación de distancia biaural (3) y un sistema de procesado digital de señal (4) que provee una salida de sonido para auriculares. La invención puede estar dotada además de un sistema de regulación de rotación y de altura.

25 La presente invención consiste en un sistema cabeza–torso virtual, *dummy ears*, configurable que simula un sistema cabeza–torso real, *dummy head*, que comprende:

- ↓ dos pabellones auriculares impresos 3D (1) que admite diversos materiales (duros y blandos) y que simula la morfología de un oído externo “convencional”.
- ↓ dos micrófonos omnidireccionales.
- ↓ sistema de procesamiento digital que trata la señal capturada mediante las funciones de transferencia acústica (HRTF).

35

Modos de operación

La configuración del dispositivo previa a la operación con la señal capturada se puede realizar de diversas maneras:

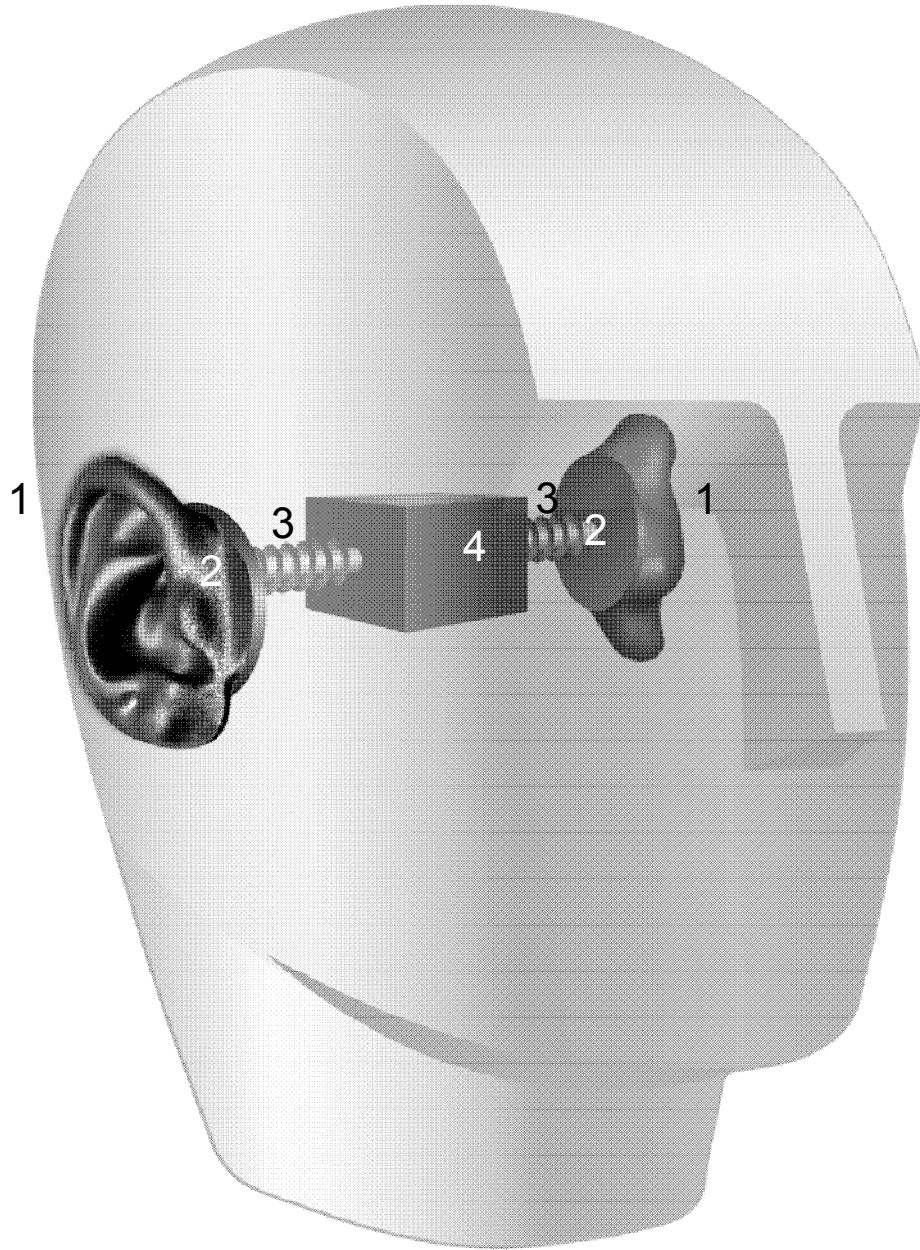
- 5 - mediante el modelado físico del sistema cabeza–torso, del que resulta un par de funciones de transferencia acústicas (HRTFs). Se podría decir que, independientemente de la técnica de modelado, se trata de una estimación teórica de las HRTFs (conocido en el estado de la técnica como modo paramétrico).
  
- 10 -mediante la medida de las HRTFs de un sistema cabeza–torso cualquiera (mediante un método de identificación de sistemas adaptativo); es decir, la medida de un sistema del cual se desconoce su modelo teórico pero se dispone de su implementación práctica. Se podría decir que, independientemente de la técnica de medida, se trata de una estimación práctica de las HRTFs (método conocido en el estado de la técnica como modo no paramétrico).
  
- 15 Una vez definidas en el modo anterior las HRTFS (una por cada pabellón auricular), el sistema de procesamiento digital simula las HRTFs del maniquí acústico mediante procesos convolutivos. Este procesamiento de la señal capturada corresponde con la medida acústica en una sala determinada.

20

## REIVINDICACIONES

1. Sistema biaural artificial, caracterizado porque comprende:
- dos pabellones auriculares intercambiables;
- 5    - un sistema mecánico extensible para separar los pabellones auriculares a distancias variables;
- un micrófono omnidireccional acoplado a cada pabellón auricular;
  - un sistema de captura y procesamiento digital de la señal adaptado para tratar dicha señal mediante funciones de transferencia acústica (HRTFs).
- 10
2. Sistema según la reivindicación 1 caracterizado porque está provisto de medios de grabación de la señal procesada.
3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque
- 15    comprende medios para elevar y rotar el sistema mecánico.
4. Procedimiento de medición del campo sonoro biaural mediante el dispositivo de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende:
- un paso de configuración del sistema digital mediante funciones de transferencia acústica
- 20    (HRTFs) obtenidas de manera paramétrica o no paramétrica;
- un paso de operación sobre una señal acústica capturada mediante procesos convolutivos utilizando dicha función de transferencia.

FIGURA 1







- ②<sup>1</sup> N.º solicitud: 201530592  
 ②<sup>2</sup> Fecha de presentación de la solicitud: 30.04.2015  
 ③<sup>2</sup> Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.: **H04R5/027** (2006.01)  
**H04S1/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ <sup>6</sup> Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 6223090 B1 (BRUNGART) 24.04.2001, columna 3, línea 66 – columna 4, línea 65; figura 3.	1-4
A	WO 9517799 A1 (CENTRAL RESEARCH LABORATORIES LIMITED) 29.06.1995, página 4, línea 14 – página 7, línea 2; figuras 1-2.	1-4
A	DE 102006018490 A1 (AHNERT OLFANG, MOLDRZYK CHRISTOPH) 25.10.2007, resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; figuras 1,2.	1,3,4
A	US 2004101815 A1 (JAY et al.) 27.05.2004, página 3, párrafo [35] – página 4, párrafo [44]; figuras 2-3.	1,2,4
A	JP 2009260574 A (SONY ERICSSON MOBILE COMM JP) 05.11.2009, resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE; figura 1.	1,4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
01.12.2015

Examinador  
R. San Vicente Domingo

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04R, H04S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.12.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-4	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 6223090 B1 (BRUNGART)	24.04.2001
D02	WO 9517799 A1 (CENTRAL RESEARCH LABORATORIES LIMITED)	29.06.1995
D03	DE 102006018490 A1 (AHNERT OLFGANG, MOLDRZYK CHRISTOPH)	25.10.2007
D04	US 2004101815 A1 (JAY et al.)	27.05.2004
D05	JP 2009260574 A (SONY ERICSSON MOBILE COMM JP)	05.11.2009

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 constituye el estado de la técnica más próximo a nuestra solicitud. En dicho documento, nos encontramos con un sistema biaural artificial (301) montado sobre un maniquí, que comprende dos pabellones auriculares, cada uno de ellos con micrófonos (302, 303) acoplados para recibir señales acústicas, que serán tratadas mediante funciones de transferencia acústica (HRTFs) en un sistema de captura y procesamiento digital (308, 309). En función de la medición de dicha señal acústica el maniquí dispone de un sistema de posicionamiento triaxial, montado sobre un pedestal motorizado. Por lo tanto la única diferencia entre el documento D01 y la 1ª reivindicación de la solicitud objeto de estudio sería que en el documento D01 el sistema de posicionamiento estaría por debajo del maniquí y diferiría del sistema mecánico extensible que separa los pabellones auriculares descrito en la solicitud de invención. Teniendo en cuenta esto, parece que no sería evidente para un experto en la materia que partiendo de dicho documento D01 se llegara a la invención propuesta en la 1ª reivindicación de la solicitud, y por lo tanto dicha invención poseería novedad y actividad inventiva.

Con respecto a las reivindicaciones 2ª y 3ª, puesto que ambas dependen directamente de la 1ª reivindicación, podríamos decir que también presentarían novedad y actividad inventiva.

Y en lo que hace referencia a la reivindicación 4ª, que desarrolla un procedimiento de medición del campo sonoro biaural, a partir de un dispositivo como el descrito en las primeras reivindicaciones, dado que no se ha cuestionado la novedad ni la actividad inventiva de dicho sistema biaural, tampoco se llegaría a cuestionar la patentabilidad del procedimiento descrito en esta reivindicación.

Por otro lado, los documentos D02 a D05, todos ellos sistemas biaurales de medición de campo sonoro a partir de señales tratadas mediante funciones de transferencia acústica, reflejarían el estado de la técnica anterior, por no disponer ninguno de ellos del sistema mecánico extensible entre los dos pabellones auriculares descrito en la invención, y por no resultar de manera evidente para un experto en la materia el llegar a él a partir de las enseñanzas de dichos documentos.

A modo de resumen, podríamos concluir que ninguno de los documentos D01 a D05 afectarían a la novedad ni a la actividad inventiva, tal cual es descrita en las reivindicaciones 1ª a 4ª del documento presentado por el solicitante, y por lo tanto la patentabilidad de la invención no se vería cuestionada en el sentido de los artículos 6 y 8 de la ley 11/86 de patentes.