

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
18 de febrero de 2010 (18.02.2010)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/018263 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
H04R 1/20 (2006.01) **H04S 3/00** (2006.01)
H04S 1/00 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2009/000409

(22) Fecha de presentación internacional:
31 de julio de 2009 (31.07.2009)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P200802379 31 de julio de 2008 (31.07.2008) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA** [ES/ES]; CTT-Edif. 6G, Camino de Vera s/n, E-46022 Valencia (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **COBOS SERRANO, Máximo** [ES/ES]; Universidad Politécnica De Valencia, CTT-Edif. 6G, Camino de Vera s/n, E-46022 Valencia (ES). **LOPEZ MONFORT, José Javier** [ES/ES]; Universidad Politécnica De Valencia, CTT-Edif. 6G, Camino de Vera s/n, E-46022 Valencia (ES).

(74) Representante común: **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**; CTT-Edif. 6G, Camino de Vera, s/n, E-46022 Valencia (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR STEREO ENHANCEMENT IN AUDIO RECORDINGS

(54) Título: PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA EL REALZADO DEL ESTÉREO EN GRABACIONES DE AUDIO

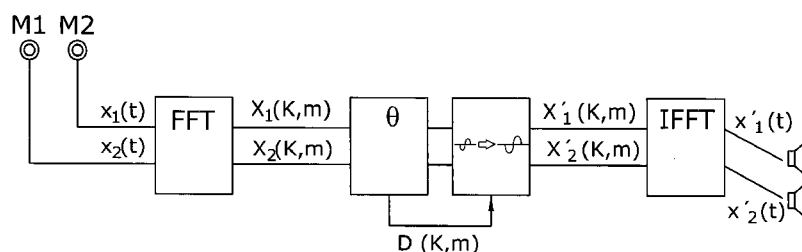


FIG.3

(57) Abstract: The invention relates to the field of sound-oriented digital signal processing systems, specifically systems that improve the spatial hearing sensation associated with what is known as enhanced stereo. In particular, the invention relates to a method and apparatus for improving the spatial audio sensation when a stereo recording is being made using two close microphones.

(57) Resumen: La presente invención se enmarca dentro del campo de sistemas de procesamiento digital de la señal orientados al sonido, en concreto en aquellos que mejoran la sensación espacial sonora dentro de lo que se conoce como realzado estéreo. En particular, la presente invención consiste en un procedimiento y un aparato para mejorar la sensación de espacialidad sonora cuando se realiza una grabación estéreo mediante dos micrófonos cercanos.



WO 2010/018263 A1

- 1 -

**PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA EL REALZADO DEL
ESTÉREO EN GRABACIONES DE AUDIO**

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se enmarca dentro del campo de sistemas de procesado digital de la señal orientados al sonido, en concreto en aquellos que mejoran la sensación espacial sonora dentro de lo que se conoce como realzado estéreo. En particular, la presente invención consiste en un procedimiento y un aparato para mejorar la sensación de espacialidad sonora cuando se realiza una grabación estéreo mediante dos micrófonos cercanos.

El uso de dos micrófonos omnidireccionales muy cercanos durante la grabación según técnicas del estado de la técnica produce una sensación estéreo muy pobre y aparece de forma muy evidente en los dispositivos móviles: cámaras fotográficas digitales, reproductores de MP3, teléfonos móviles, PDAs, etc. Con la aplicación de una solución técnica como la invención presentada en estos dispositivos se consigue una sensación estéreo de gran realismo, superando a los métodos existentes en el mercado actual.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

30

En el mundo del audio se ha trabajado ininterrompidamente desde décadas en perfeccionar la calidad y naturalidad de los sistemas de reproducción de sonido. Actualmente, tras el despegue de los sistemas multimedia y de otros muchos campos relacionados con audio y vídeo,

35

- 2 -

se sigue trabajando activamente en obtener sistemas de mejora de sonido que permitan aumentar la calidad en grabación-reproducción.

5 Una forma de aumentar la calidad subjetiva es sin duda conseguir lo que se denomina una mayor "espacialidad" sonora. En este sentido, el realzado estéreo persigue procesar una grabación sonora de 2 canales de forma que sea posible introducir una mayor sensación de
10 espacio en la reproducción de sonido. De esta forma, la imagen sonora creada en la reproducción estéreo se amplía y consigue una mayor sensación de inmersión del oyente, enriqueciendo la experiencia auditiva. Esta sensación aumenta la calidad, profundidad y sentimiento de la
15 música reproducida. Desde un punto de vista práctico, el realzado estéreo tiene como objetivo extender el campo estéreo hasta un arco de 180° frente al oyente.

En la actualidad hay muchos sistemas para el realzado estéreo de señales, la mayoría basadas en las siguientes manipulaciones:

Manipulación de Intensidad de los canales:

25 Una forma de modificar la localización aparente de un sonido en el campo estéreo es alterar la intensidad de uno de los canales. De esta forma, el sonido parece venir de un punto cercano al canal de mayor ganancia.

30

Manipulación de retardos de los canales:

Otra forma de alterar la localización aparente de un sonido en el campo estéreo es retrasar la llegada
35 de la señal de un canal con respecto al otro. Esto se

- 3 -

puede conseguir adelantando uno de los canales unos 10ms con respecto al otro. El sonido que llega antes es el dominante y su localización será más próxima al altavoz en el que la señal está adelantada. Este efecto se conoce en la literatura como "efecto de precedencia" o "efecto Hass".

Manipulación de fase de los canales:

10 Manipular la fase de los canales también puede resultar en una ampliación de la imagen estéreo. Si se invierte la fase de uno de los canales, el sonido puede incluso llegar a percibirse detrás del oyente.

15 *Manipulación frecuencial de los canales:*

La ecualización de canales también es usada por otros procesadores para ampliar la imagen estéreo, por ejemplo, utilizando filtros donde las bajas frecuencias se envían hacia el canal izquierdo y las altas hacia el canal derecho. Sin embargo, el timbre de la grabación puede verse muy alterado.

A pesar de todas estas técnicas, no existen entre los sistemas de realzado estéreo, uno que combine estos efectos a partir de un análisis frecuencia a frecuencia de la señal estéreo y haciendo uso del conocimiento previo de la disposición de los micrófonos tal y como se consigue aplicando la presente invención.

30 La invención tiene la ventaja de procesar selectivamente el sonido captado por los dos micrófonos en tiempo y en frecuencia para modificar el campo estéreo atendiendo a la realidad en la que el sonido captado. Con ello se consigue una señal estéreo procesada resul-

- 4 -

tante donde se han espacializado (dada sensación de distribución espacial) las fuentes sonoras captadas de forma totalmente realista y con una calidad resultante muy superior a los sistemas actuales.

5

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un procedimiento para el realzado del estéreo en grabaciones de audio así como el aparato que es capaz de llevar a cabo dicho procedimiento. El procedimiento consta de las siguientes etapas esenciales:

a) Grabación con al menos dos medios de lectura de audio correspondiendo a dos puntos del espacio que se encuentran distantes entre sí.

Habitualmente estos medios de grabación serán dos micrófonos aunque no obstante, el procedimiento no se limita a este tipo de captura de la señal sino que puede aplicarse a señales previamente capturadas y almacenadas en formatos informáticos u otros analógicos.

b) Cada uno de los canales de lectura del audio se muestréa en el tiempo,

Esta es la etapa de transformación analógico-digital.

c) Aplicación de técnicas numéricas de transformada que transforman la señal leída en el tiempo a una señal expresada en el dominio frecuencial.

Los ejemplos de realización emplean la transformada

- 5 -

rápida de Fourier.

- d) Para cada punto de frecuencia se calcula la dirección de origen de la fuente sonora,

5

En el estado de la técnica no se lleva a cabo un tratamiento diferenciado por frecuencias. Frecuencias distintas pueden tener asociadas direcciones de procedencia también distintas. Puede ocurrir que con dos fuentes sonoras con un espectro de frecuencias, alguna de las frecuencias tratada de lugar a una dirección que no es la real sino la combinación de dos direcciones. En los experimentos llevados a cabo este efecto no es perceptible porque solo se da para una frecuencia. Una posible causa de la buena respuesta es que la combinación de las dos direcciones se perciban como resultado de un principio de superposición.

- 20 e) Para cada punto de frecuencia se lleva a cabo una amplificación diferenciada de cada canal en función de la dirección del origen de la fuente sonora.

Esta etapa es la que permite una reproducción ponderada para cada canal de salida en función de la dirección de origen de la fuente sonora. Aunque la distancia entre los medios de lectura sea muy pequeña, la detección de la dirección da lugar a un parámetro que posteriormente permite ampliar la apertura estéreo con el tratamiento sobre la señal.

- 30 f) Se genera una señal de salida estéreo aplicando una antitransformada que transforma la señal de salida modificada y expresada en el dominio frecuencial al dominio temporal.

35

- 6 -

Esta salida puede terminar almacenada, por ejemplo en un fichero informático, o bien siendo reproducida directamente en unos altavoces o auriculares.

5

En la exposición detallada de la invención se incorporan algunos detalles de mejora en un ejemplo de realización.

10

Las variantes del procedimiento que resultan de combinar las reivindicaciones dependientes 2 a 15 se consideran incorporadas por referencia en esta descripción.

15

Igualmente, el aparato de las reivindicaciones 16 a 19 se considera incorporado a esta descripción por referencia.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de planos, ilustrativos del ejemplo preferente y nunca limitativos de la invención.

25

La figura 1 muestra diversos ejemplos de dispositivos sobre los que es aplicable la invención.

La figura 2 es un esquema que permite determinar el cálculo de la dirección de llegada de un sonido desde su fuente sonora.

30

La figura 3 es un esquema del dispositivo que permite el procesado de las señales microfónicas.

35

La figura 4 es un esquema de representación para

- 7 -

evaluar la relación entre dos puntos de recepción distanciados entre sí, uno que corresponde al punto real de percepción y el segundo a un punto ficticio.

5 La figura 5 es un esquema basado en el anterior que permite relacionar los distintos parámetros geométricos que vincula los ángulos entre los dos puntos de percepción.

10 La figura 6 es un gráfico donde se relaciona el valor del ángulo calculado $D[k, m]$ con el valor tras la corrección $D_m[k, m]$ para diferentes valores del parámetro P_s

15

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención consiste en un procedimiento de realzado de la percepción estéreo que es capaz
20 de operar con la grabación del sonido desde dos puntos muy próximos.

Esta ventaja permite el uso de dispositivos (1) pequeños como un teléfono móvil o una vídeo cámara sobre
25 los que se ha incorporado dos micrófonos (M1, M2) muy próximos.

La percepción estéreo en dos micrófonos (M1, M2) tan próximos no es posible a no ser que se proceda a un
30 postproceso de la señal tal y como se lleva a cabo en la invención o bien se utilicen micrófonos direccionales de mayor volumen y más difíciles de integrar en dichos dispositivos móviles.

35 Las señales tomadas por cada micrófono (M1, M2)

- 8 -

y que denotaremos como $x_j[l]$, con $j=1,2$ el número de canal, en este ejemplo de realización se procesan por ventanas temporales de corta duración, obteniendo una transformada de Fourier $X_j[k,m]$ de tiempo corto (Short-Time Fourier Transform) de N puntos o muestras, en instantes de tiempo dentro de la ventana $t_1, \dots, t_N$:

$$X_j[k,m] = \sum_l x_j[l] w[l-N] e^{-j2\pi kl} \quad j=1,2$$

donde j es la unidad imaginaria, $k \in \{0,1,2,\dots,N\}$ es el índice de la transformada que corresponde a una cierta frecuencia, m es un nuevo índice temporal relacionado con la ventana de tiempo sobre la que se está operando y $w[l]$ es una función filtro que actúa como la ventana de ponderación que reduce suavemente a cero las muestras cercanas a los límites, como por ejemplo una ventana tipo "Hamming":

$$w[l] = \frac{1}{2} \left[1 + \cos \frac{2\pi l}{N} \right]$$

20

Tras esta operación se tiene una representación de la señal de sonido en el dominio frecuencial, $X_1[k,m]$ y $X_2[k,m]$, donde se tiene un valor de módulo y fase para cada frecuencia y ventana de tiempo.

25

La figura 2 muestra un esquema donde a partir de dos micrófonos (M1, M2) se traza una línea de referencia que los une. El ángulo de incidencia del frente sonoro, denotado con la letra griega θ , que proviene de la fuente (S), indica la dirección de origen de la fuente sonora (S). La figura muestra un ángulo θ menor de 90 grados y por lo tanto el frente sonoro llega antes al micrófono (M2) derecho que al micrófono (M1) izquierdo.

30

- 9 -

El coseno $D[k, m]$ del ángulo θ que forma la dirección de llegada del sonido desde la fuente sonora (S) respecto a la línea que une los puntos del espacio sobre los que se lleva a cabo la lectura de audio, para cada
 5 índice de la transformada k , se determina como

$$D[k, m] = \frac{Nc}{2dkf_s} \angle \frac{X_2[k, m]}{X_1[k, m]}$$

$$\angle \frac{X_2[k, m]}{X_1[k, m]}$$

donde el símbolo $\angle \frac{X_2[k, m]}{X_1[k, m]}$ denota el desfase entre uno y
 10 otro canal, N es el número de muestras en el dominio temporal empleado en la transformada rápida de Fourier FFT, c es la velocidad de propagación del sonido, d es la distancia entre los dos puntos del espacio donde se lleva a cabo la lectura de audio, y f_s es la frecuencia
 15 de muestreo de la señal de audio.

La dirección de llegada estimada (el coseno $D[k, m]$ del ángulo θ de llegada), se limita al rango $[-1, 1]$ en caso de que supere estos márgenes.

20

Una vez obtenido el valor $D[k, m]$ para todas las frecuencias, se aplica una transformación lineal simple para pasarlos al rango $[0, 1]$:

$$D'[k, m] = \frac{D[k, m] + 1}{2}$$

25

El esquema representado en la figura 2 muestra la fuente sonora (S) formando un ángulo θ con la línea que une los dos micrófonos (M1, M2) que actúan como me-
 30 dios de recepción de la señal de audio. Ambos micrófonos (M1, M2) están separados una distancia d . Las líneas oblicuas perpendiculares a la línea que indica el ángulo de llegada de la fuente sonora (S) son el frente sonoro con fases θ_1 y θ_2 respectivamente.

- 10 -

Todavía en el dominio frecuencial, se aplica una ganancia $a_j[k, m]$ diferenciada para cada frecuencia y para cada canal, obteniendo una señal amplificada de diferente modo en cada frecuencia según una función de ganancia $a_j[k, m]$ para $j=1,2$ de tal modo que, la salida en el dominio frecuencial para cada canal es

$$X'_j[k, m] \equiv a_j[k, m] X_j[k, m], \quad j=1,2.$$

10

Los factores de ganancia pueden determinarse de distintos modos. En este ejemplo de realización la función de ganancia $a_j[k, m]$ para $j=1,2$ es una ley de panorámica de conservación de energía:

15

$$a_1[k, m] \equiv \cos \left[\frac{D'[k, m]}{2} \right]$$

$$a_2[k, m] \equiv \sin \left[\frac{D'[k, m]}{2} \right]$$

20

Es importante observar que a partir de cierta frecuencia, la frecuencia equivalente a $c/2d$, se produce una ambigüedad en la estimación de la dirección de llegada. Si la distancia entre los micrófonos (M1, M2) es pequeña, estos efectos se producen a frecuencias lo suficientemente elevadas para que no sea percibido el error en el resultado final. En caso de querer procesar la fase para resolver la ambigüedad se conocen algoritmos, como el propuesto por en artículo "Blind Speech Separation" (cap 8), Makino, Shoji; Lee, Te-Won; Sawada, Hiroshi, Ed. Springer 2007, ISBN: 978-1-4020-6478-4, pero suponen un coste computacional muy elevado y los resultados no son significativamente apreciables.

30

- 11 -

El valor del coseno del ángulo $D[k, m]$ calculado se ha calculado con la configuración real respecto a la posición de la fuente sonora (S) y los micrófonos (M1, M2). Es posible modificar el grado de amplitud estéreo cambiando el ángulo empleado en la amplificación respecto al ángulo inicialmente calculado.

Con ese propósito se define un parámetro P_s que es el parámetro que relaciona el ángulo calculado y utilizado en la fase de amplificación. Una forma de definir P_s es de tal modo que si el parámetro P_s es positivo incrementa la apertura estéreo y negativo la reduce. El valor nulo indicaría que se hace uso del valor calculado.

Una expresión matemática que relacione el valor del ángulo calculado $D[k, m]$ con el valor tras la corrección $D_m[k, m]$ es:

$$D_m = \text{sign}(D) \frac{|D|^{1/P_s}}{2|D|^{1/P_s} - 1}$$

donde $\text{sign}(D)$ denota el signo de D y $\square = 1/P_s$. En la figura 6 se muestra la función de corrección para diversos valores de P_s .

Una aplicación de interés es hacer uso de un grado de apertura estéreo que corresponde a una localización de los micrófonos (el punto medio es la referencia considerada en estos ejemplos) distinta a la real y que a su vez corresponde a variables predeterminables.

Este es el caso de grabaciones de vídeo con sonido en el que se hace uso del zoom. El zoom modifica el ángulo de visión como si nos acercásemos o alejásemos de

- 12 -

la escena. Aunque se aplique el zoom, el sonido se sigue tomando en el mismo punto, donde se sitúa la cámara con sus dos micrófonos (M1, M2).

5 En un ejemplo de realización, se lleva a cabo una variación del parámetro P_s de forma coordinada a la posición del zoom de tal modo que la apertura sonora corresponde, no a la localización de la cámara, sino a la localización del punto focal de la imagen.

10

La figura 4 muestra un distanciamiento z entre la posición de la cámara y el foco de la imagen. La posición z_1 , z_2 tienen aperturas distintas A_1 , A_2 , la primera A_1 menor que la segunda A_2 más cercana a la escena. Se puede establecer una relación geométrica entre los dos ángulos α y α' tal y como muestra la figura 5 donde es de interés tomar la normalización $R=1$.

15

La relación obtenida sin simplificaciones ni la normalización es:

20

$$\cos \alpha' = \text{sign} \left[\cos \alpha \left[1 - \frac{1}{R^2} \left[-z \cos^2 \alpha \pm \sqrt{1 - \cos^2 \alpha R^2 - z^2 \cos^2 \alpha} \right]^2 \right] \right]^{1/2}$$

25 Simplificando y tomando el valor de la normalización, la relación entre el valor del coseno del ángulo que determina la dirección de procedencia de la fuente sonora D y el coseno del ángulo que determina la dirección de procedencia de la misma fuente en el punto central de lectura del audio situado desplazado una distancia z es

30

$$D_z = \text{sign} \left[D \left[1 - \left[-z D^2 \pm \sqrt{1 - D^2 - z^2 D^2} \right]^2 \right] \right]^{1/2}$$

donde se considera que $D = D[k, m]$ es el coseno del ángulo

- 13 -

calculado, $D_z = D_z[k, m]$ es el coseno del nuevo ángulo de llegada, y $\text{sign}[D]$ es el signo de D .

Si el valor de la raíz cuadrada es negativo, el
5 valor que se toma es $\text{sign}[D]$.

El valor de $D'[k, m]$, como en el caso anterior, se calcularía a partir de D_z o de D_m de la forma

$$D'[k, m] = \frac{D_z[k, m] - 1}{2} \quad \text{ó} \quad D'[k, m] = \frac{D_m[k, m] - 1}{2}$$

Se considera parte de la invención el aparato que permite llevar a cabo el realzado del estereo en grabaciones de audio. Este aparato dispone al menos de:

15

- dos medios de lectura de audio situados separados a una distancia d que dan lugar a una señal de entrada para cada canal estéreo,
- un conversor analógico/digital de muestreo de la
20 señal de entrada para cada canal estéreo,
- una unidad de cálculo de transformadas para generar una señal representada en el espacio frecuencial,
- una unidad de cálculo para determinar la dirección de procedencia de la fuente sonora para cada frecuencia,
25
- una unidad de cálculo para evaluar dos señales amplificadas según una ganancia selectiva,
- una unidad de cálculo de síntesis para la generación de una señal de audio en el dominio temporal

30 donde es posible que dos o más unidades de cálculo pueden estar integradas en una única unidad con capacidad de ejecución de más de una tarea.

Este mismo dispositivo puede disponer de unos
35 medios de entrada de un parámetro de ajuste del grado de

- 14 -

apertura estéreo o bien tenerlos acoplados a otro dispositivo. Este es el caso de una cámara de vídeo donde el grado de apertura está sincronizado con el ajuste del zoom. Con esta vinculación el sonido tendría una apertura
5 ra estéreo en correspondencia con el grado de apertura visual de la imagen.

Igualmente puede disponerse un potenciómetro o medio físico de modificación del grado de apertura estéreo que permita una variación manual.
10

Tras el tratamiento de la señal, es posible que el mismo dispositivo pueda reproducir la señal procesada con apertura de estéreo o bien almacenarla en un fichero
15 informático de audio.

Es en la figura 3 donde se muestra un esquema del dispositivo que permite el procesado de las señales microfónicas. Los dos micrófonos (M1, M2) dan lugar a
20 señales de audio $x_1[n]$, $x_2[n]$ diferenciadas que son transformadas por una unidad de cálculo (indicada con la referencia FFT que es el tipo de transformada empleada en estos ejemplos).

Las señales de salida se amplifican según el
25 ángulo calculado para cada frecuencia y tras transformar nuevamente la señal al dominio temporal se pueden reproducir mediante altavoces o almacenar en un fichero (no representado esquemáticamente en este ejemplo).

30

35

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el realzado del estéreo
5 en grabaciones de audio caracterizado porque consta de las siguiente etapas:

- 10 a) grabación con al menos dos medios de lectura de audio correspondiendo a dos puntos del espacio que se encuentran distantes entre sí,
- b) cada uno de los canales de lectura del audio se muestréa en el tiempo,
- c) aplicación de técnicas numéricas de transformada que transforman la señal leída en el tiempo a una
15 señal expresada en el dominio frecuencial,
- d) para cada punto de frecuencia se calcula la dirección de origen de la fuente sonora,
- e) para cada punto de frecuencia se lleva a cabo una amplificación diferenciada de cada canal en función
20 de la dirección del origen de la fuente sonora,
- f) se genera una señal de salida estéreo aplicando una antitransformada que lleva la señal de salida modificada y expresada en el dominio frecuencial al dominio temporal.

25

2.- Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque las señales tomadas para cada canal en la etapa b) se procesan por ventanas temporales.

30

3.- Procedimiento según la reivindicación 2 caracterizado porque para cada ventana temporal se lleva a cabo un filtro que pondera los valores de la señal.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque la transformada utilizada es de Fou-
35

- 16 -

rier.

5.- Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque, dadas las señales $X_1[k, m]$ y $X_2[k, m]$ correspondientes a cada uno de los canales y expresadas en el dominio frecuencial, donde k es el índice de la transformada que corresponde a una frecuencia determinada y m indica la referencia temporal que corresponde a la ventana de tiempo sobre la que se expresa $X_j[k, m]$ con $j=1,2$; el coseno $D[k, m]$ que forma la dirección de llegada del sonido desde la fuente sonora (S) respecto a la línea que une los puntos del espacio sobre los que se lleva a cabo la lectura de audio se determina como

$$D[k, m] = \frac{Nc}{2dkf_s} \left[\frac{X_2[k, m]}{X_1[k, m]} - \frac{X_2[k, m]}{X_1[k, m]} \right]$$

donde el símbolo $\frac{X_2[k, m]}{X_1[k, m]}$ denota el desfase entre uno y otro canal, N es el número de muestras en el dominio temporal, c es la velocidad de propagación del sonido, d es la distancia entre los puntos del espacio donde se lleva a cabo la lectura de audio, y f_s es la frecuencia de muestreo.

6.- Procedimiento según la reivindicación 5 caracterizado porque los valores del coseno se limitan a $[-1,1]$ cuando superan este rango.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6 caracterizado porque la amplificación diferenciada de la etapa e) para cada canal $X_j[k, m]$ con $j=1,2$ en función de la dirección del origen de la fuente sonora para cada frecuencia se lleva a cabo utilizando una función de ganancia $a_j[k, m]$ para $j=1,2$ de tal modo que la salida en

- 17 -

el dominio frecuencial para cada canal es

$$X'_j[k, m] \triangleq a_j[k, m] X_1[k, m], \quad j=1,2.$$

8.- Procedimiento según la reivindicación 7 caracterizado porque la función de ganancia $a_j[k, m]$ para $j=1,2$ es una ley de panorámica de conservación de energía:

$$a_1[k, m] \triangleq \cos \left[\frac{D'[k, m]}{2} \right]$$

$$a_2[k, m] \triangleq \sin \left[\frac{D'[k, m]}{2} \right]$$

donde $D'[k, m]$ es una transformación lineal del rango $[-1, 1]$ al rango $[0, 1]$ de la forma

$$D'[k, m] \triangleq \frac{D[k, m] + 1}{2}$$

9.- Procedimiento según la reivindicación 7 caracterizado porque el valor del coseno del ángulo que determina la dirección de procedencia de la fuente sonora se modifica según un parámetro P_s para variar la sensación de apertura estéreo, incrementando la apertura o bien reduciendo la apertura.

10.- Procedimiento según la reivindicación 9 caracterizado porque si P_s positivo incrementa la apertura estéreo, P_s negativo reduce la apertura estéreo, y P_s nulo no la modifica, entonces la relación entre el coseno D que corresponde a la dirección real de llegada del sonido desde la fuente sonora y el coseno D_m tomado tras la modificación es

$$D_m = \text{sign}(D) \frac{|D| + 1}{2|D| + 1}$$

- 18 -

donde $\text{sign}[D]$ denota el signo de D y $\square = 1/P_s$.

11.- Procedimiento según la reivindicación 9 caracterizado porque el grado de modificación de la apertura estéreo se encuentra vinculado a la apertura que corresponde a la localización del punto central de lectura del audio situado desplazado una distancia z .

12.- Procedimiento según la reivindicación 11 caracterizado porque la distancia z es la distancia entre el punto real de lectura del audio y el punto focal de una cámara de captura de imagen.

13.- Procedimiento según la reivindicación 11 caracterizado porque la relación entre el valor del coseno del ángulo que determina la dirección de procedencia de la fuente sonora D se relaciona con el coseno del ángulo que determina la dirección de procedencia de la misma fuente en el punto central de lectura del audio situado desplazado una distancia z es

$$D_z = \text{sign}[D] \left[1 - \left[-z \square \square \square - D \square \square - z^2 \square \square \right]^{1/2} \right]$$

donde se considera que $D = D[k, m]$ es el coseno del ángulo calculado, $D_z = D_z[k, m]$ es el coseno del nuevo ángulo de llegada, y $\text{sign}[D]$ es el signo de D .

14.- Procedimiento según la reivindicación 13 caracterizado porque si el valor de la raíz cuadrada es negativo, el valor que se toma es $\text{sign}[D]$.

15.- Procedimiento según la reivindicación 8 y 14 caracterizado porque el valor de $D'[k, m]$ es

- 19 -

$$D'_z[k, m] = \frac{D_z[k, m-1]}{2} \quad \text{ó} \quad D'_m[k, m] = \frac{D_m[k, m-1]}{2}$$

16.- Aparato para el realzado del estéreo en grabaciones de audio según cualquiera de los procedimientos anteriores caracterizado porque consta de:

- dos medios de lectura de audio situados separados a una distancia d que dan lugar a una señal de entrada para cada canal estéreo,
 - un conversor analógico/digital de muestreo de la señal de entrada para cada canal estéreo,
 - una unidad de cálculo de transformadas para generar una señal representada en el espacio frecuencial,
 - una unidad de cálculo para determinar la dirección de procedencia de la fuente sonora para cada frecuencia,
 - una unidad de cálculo para evaluar dos señales amplificadas según una ganancia selectiva,
 - una unidad de cálculo de síntesis para la generación de una señal de audio en el dominio temporal
- donde dos o más unidades de cálculo pueden estar integradas en una única unidad con capacidad de ejecución de más de una tarea.

17.- Aparato según la reivindicación 16 caracterizado porque dispone de unos medios de entrada de un parámetro de ajuste del grado de apertura estéreo,

18.- Aparato según la reivindicación 17 caracterizado los medios de entrada del parámetro de ajuste del grado de apertura estéreo se encuentran conectados a un segundo dispositivo de captura de imagen y vinculados en correspondencia con el grado de apertura visual de la imagen.

19.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones

- 20 -

ciones 16 a 18 caracterizado porque dispone de unos medios de reproducción de la señal de salida de audio o de grabación del audio en un fichero informático.

5

10

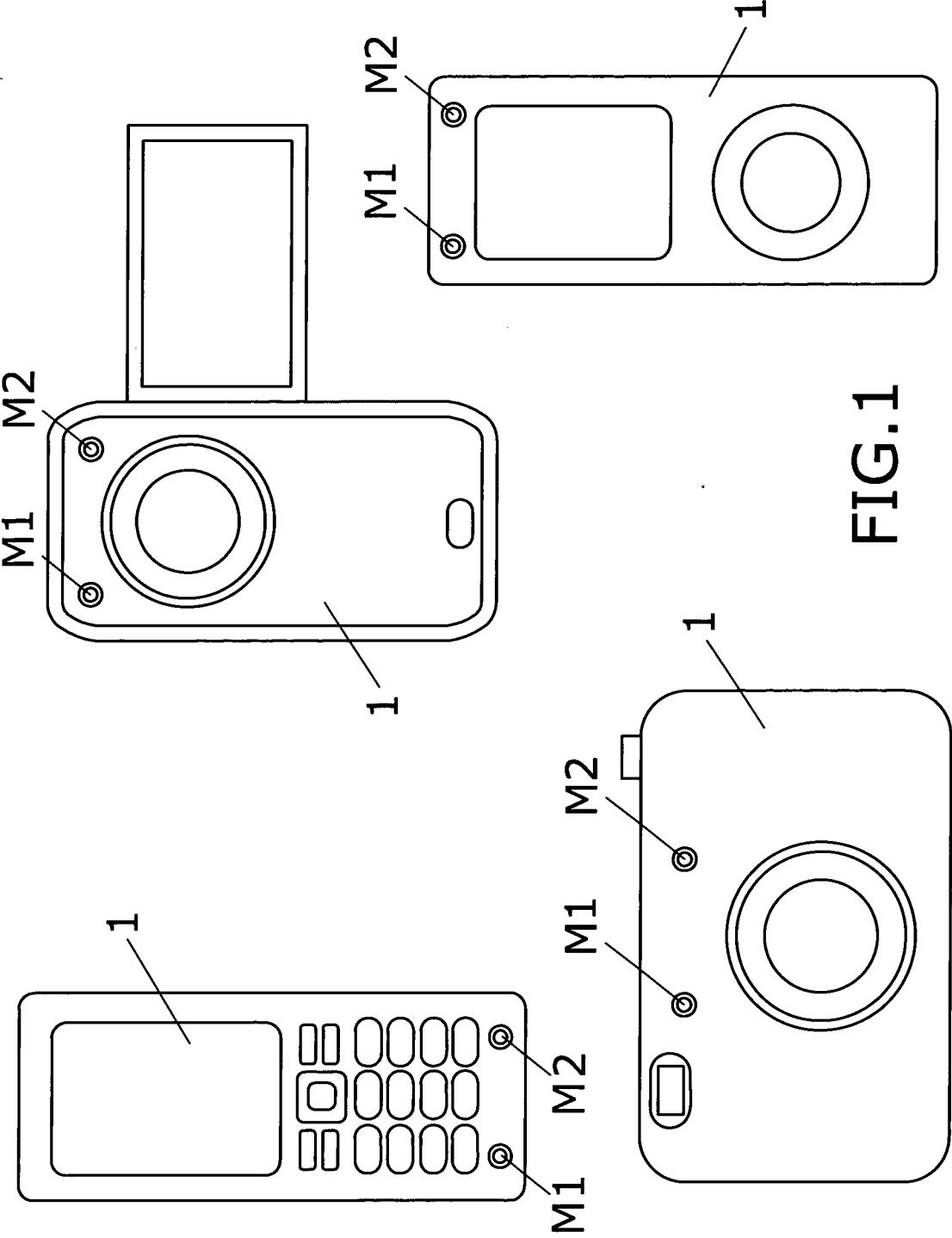
15

20

25

30

35



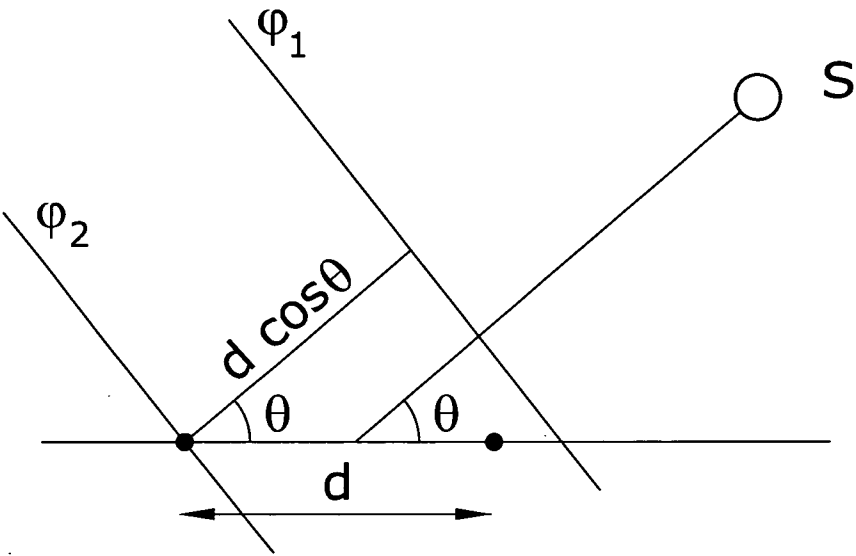


FIG.2

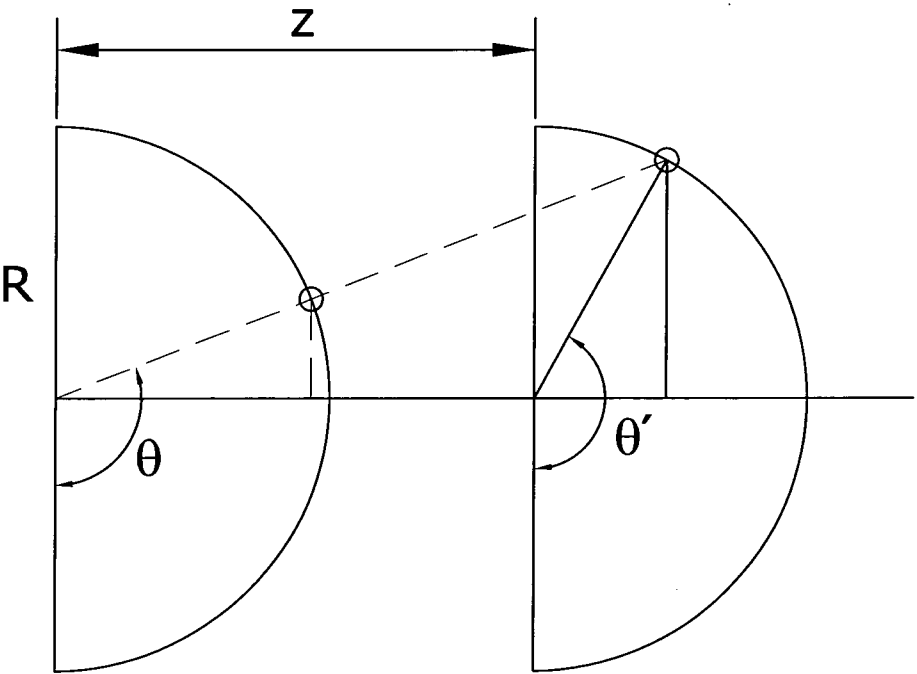


FIG.5

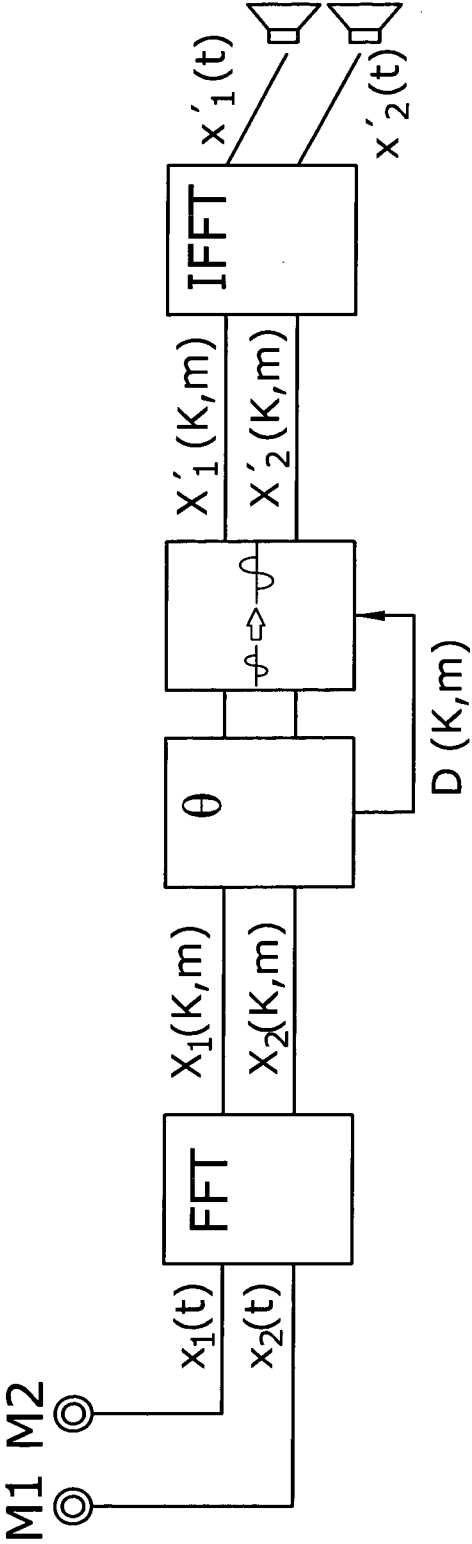


FIG.3

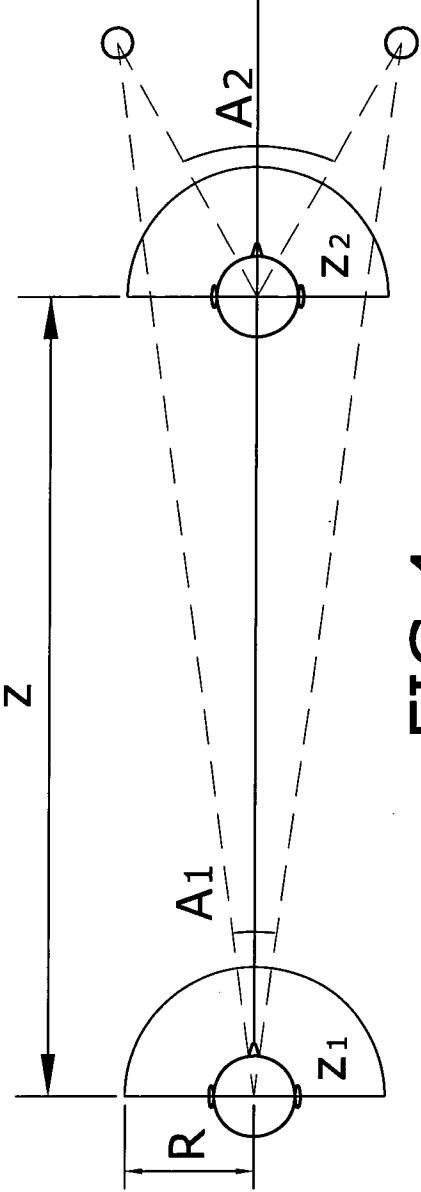


FIG.4

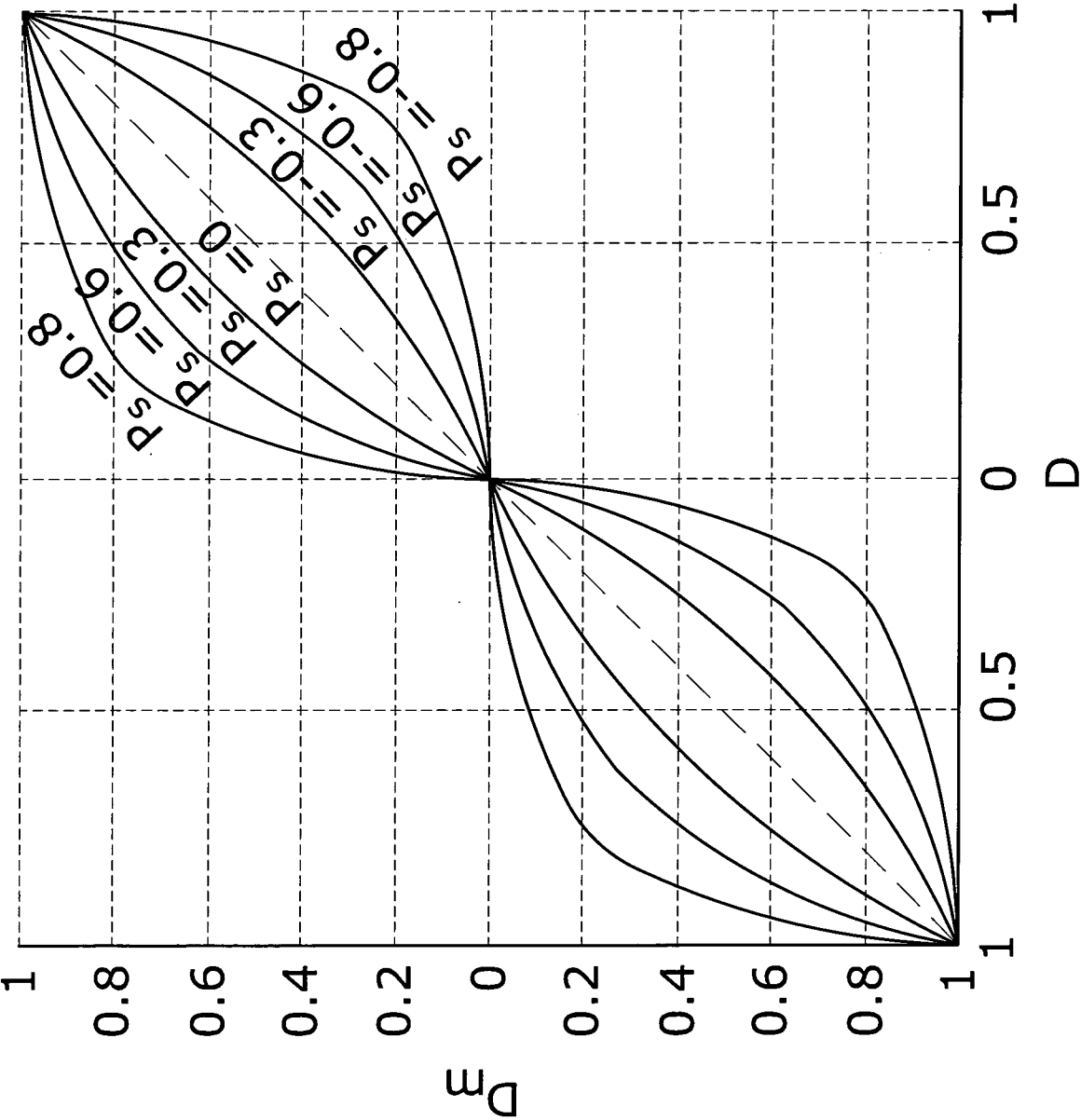


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ / ES2009/000409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04R1/20, H04S1/00, H04S3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INVENES,EPODOC,WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004077884 A1 (HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ; LOKKI TAPPIO ; MERIMAA JUHA) 10.09.2004,	1
A	WO 9807299 A1 (FINSTERLE LUCA GUBERT) 19.02.1998,	1
A	US 4748669 A (KLAYMAN et al.) 31.05.1988,	1
A	WO 9510167 A1 (SONY CORP ; INANAGA KIYOFUMI ; YAMADA YUJI) 13.04.1995,	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.		
"E" earlier document but published on or after the international filing date		
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
	"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11.January.2010 (11.01.2010)

Date of mailing of the international search report

(13/01/2010)

Name and mailing address of the ISA/
O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

M^a C. González Vasserot

Telephone No. +34 91 349 30 87

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ /ES 2009/000409

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004077884 A	10.09.2004	FI 20030294 A FI 118247 B JP 2006519406 T	27.08.2004 31.08.2007 24.08.2006 24.08.2006
WO 9807299 A	19.02.1998	ITMI 961752 IT 1283803 B EP 0919109 AB EP 19970935768 CN 1230331 A CN 1137603 C AU 721979 B JP 2001509976 T JP 3693351 B US 6430293 B AT 313236 T DK 0919109 T ES 2255108 T DE 69734884 T	13.02.1998 30.04.1998 02.06.1999 05.08.1997 29.09.1999 04.02.2004 20.07.2000 24.07.2001 07.09.2005 06.08.2002 15.12.2005 18.04.2006 16.06.2006 24.08.2006 24.08.2006
US 4748669 A	31.05.1988	WO 8706090 A AU 6934187 A EP 0262160 AB EP 19870901183 JP 63502945 T AU 2205288 A AU 2205388 A AU 587529 B AU 591609 B AU 597848 B CA 1284297 C IL 81438 A KR 910006321 B EP 0476790 AB EP 19910203173 EP 0478096 AB EP 19910203175 EP 0479395 AB EP 19910203174 DE 3784423 T HK 75293 A JP 7007799 A JP 2880645 B JP 7007798 A JP 2609065 B JP 2528154 B EP 0748143 AB EP 19960202489 DE 3752025 T DE 3752052 T	08.10.1987 20.10.1987 06.04.1988 27.01.1987 27.10.1988 08.12.1988 08.12.1988 17.08.1989 07.12.1989 07.06.1990 21.05.1991 10.06.1991 19.08.1991 25.03.1992 27.01.1987 01.04.1992 27.01.1987 08.04.1992 27.01.1987 10.02.1994 06.08.1993 10.01.1995 12.04.1999 10.01.1995 14.05.1997 28.08.1996 11.12.1996 27.01.1987 12.06.1997 07.08.1997

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT// ES2009/000409

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		DE 3752034 T	30.10.1997
		HK 134597 A	27.02.1998
		HK 134697 A	27.02.1998
		HK 1008136 A	30.04.1999
		DE 3752342 T	18.07.2002
-----	-----	-----	-----
WO 9510167 A	13.04.1995	EP 0674467 A	27.09.1995
		EP 19940927843	04.10.1994
		US 5687239 A	11.11.1997
		JP 3422026 B	30.06.2003
		DE 69434887 T	12.07.2007
-----	-----	-----	-----

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ / ES 2009/000409

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 1/20 (2006.01)

H04S 1/00 (2006.01)

H04S 3/00 (2006.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°
PCT/ES 2009/000409

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

H04R1/20, H04S1/00, H04S3/00

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

INVENES, EPODOC, WPI

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	WO 2004077884 A1 (HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ; LOKKI TAPIO ; MERIMAA JUHA) 10.09.2004,	1
A	WO 9807299 A1 (FINSTERLE LUCA GUBERT) 19.02.1998,	1
A	US 4748669 A (KLAYMAN et al.) 31.05.1988,	1
A	WO 9510167 A1 (SONY CORP ; INANAGA KIYOFUMI ; YAMADA YUJI) 13.04.1995,	1

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

11.Enero.2010 (11.01.2010)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

13-ENERO-2010 (13/01/2010)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.
N° de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado

Mª C. González Vasserot

N° de teléfono +34 91 349 30 87

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT// ES 2009/000409

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
WO 2004077884 A	10.09.2004	FI 20030294 A FI 118247 B JP 2006519406 T	27.08.2004 31.08.2007 24.08.2006 24.08.2006
WO 9807299 A	19.02.1998	ITMI 961752 IT 1283803 B EP 0919109 AB EP 19970935768 CN 1230331 A CN 1137603 C AU 721979 B JP 2001509976 T JP 3693351 B US 6430293 B AT 313236 T DK 0919109 T ES 2255108 T DE 69734884 T	13.02.1998 30.04.1998 02.06.1999 05.08.1997 29.09.1999 04.02.2004 20.07.2000 24.07.2001 07.09.2005 06.08.2002 15.12.2005 18.04.2006 16.06.2006 24.08.2006 24.08.2006
US 4748669 A	31.05.1988	WO 8706090 A AU 6934187 A EP 0262160 AB EP 19870901183 JP 63502945 T AU 2205288 A AU 2205388 A AU 587529 B AU 591609 B AU 597848 B CA 1284297 C IL 81438 A KR 910006321 B EP 0476790 AB EP 19910203173 EP 0478096 AB EP 19910203175 EP 0479395 AB EP 19910203174 DE 3784423 T HK 75293 A JP 7007799 A JP 2880645 B JP 7007798 A JP 2609065 B JP 2528154 B EP 0748143 AB EP 19960202489 DE 3752025 T DE 3752052 T	08.10.1987 20.10.1987 06.04.1988 27.01.1987 27.10.1988 08.12.1988 08.12.1988 17.08.1989 07.12.1989 07.06.1990 21.05.1991 10.06.1991 19.08.1991 25.03.1992 27.01.1987 01.04.1992 27.01.1987 08.04.1992 27.01.1987 10.02.1994 06.08.1993 10.01.1995 12.04.1999 10.01.1995 14.05.1997 28.08.1996 11.12.1996 27.01.1987 12.06.1997 07.08.1997

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT// ES 2009/ 000409

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
		DE 3752034 T	30.10.1997
		HK 134597 A	27.02.1998
		HK 134697 A	27.02.1998
		HK 1008136 A	30.04.1999
		DE 3752342 T	18.07.2002
-----	-----	-----	-----
WO 9510167 A	13.04.1995	EP 0674467 A	27.09.1995
		EP 19940927843	04.10.1994
		US 5687239 A	11.11.1997
		JP 3422026 B	30.06.2003
		DE 69434887 T	12.07.2007
-----	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H04R 1/20 (2006.01)

H04S 1/00 (2006.01)

H04S 3/00 (2006.01)