



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 372 202**

⑫ Número de solicitud: 201000884

⑤① Int. Cl.:  
**G10L 19/02** (2006.01)  
**G10L 21/00** (2006.01)  
**G10L 21/02** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **29.06.2010**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **17.01.2012**

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**17.01.2012**

⑦① Solicitante/s: **Universidad de Málaga**  
**Plaza de El Ejido, s/n**  
**29071 Málaga, ES**

⑦② Inventor/es: **Ortiz García, Andrés;**  
**Banbancho Pérez, Ana María;**  
**Banbancho Pérez, Isabel y**  
**Tardón García, Lorenzo José**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo.**

⑤⑦ Resumen:

Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo. La presente invención se refiere a un sistema de detección de sonidos polivalente de bajo consumo y fácil integración, para ser utilizado en cualquier tipo de sistema. Entre los sistemas en los que se puede integrar hay que destacar, los sistemas embebidos de bajo coste que requieran de un sistema de reconocimiento y/o detección de sonidos, cuyo coste sea adecuado al sistema en el que se va a integrar. Además, el sistema permite ser integrado fácilmente incluso en la misma placa del sistema embebido así como conectarse siguiendo cualquiera de los protocolos de comunicaciones existentes en la actualidad. Un ejemplo de sistemas en el que integrar el objeto de invención son los robots móviles.

## DESCRIPCIÓN

Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo.

## 5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere al análisis o tratamiento de señales de audio. Más particularmente, la presente invención se dirige a un sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo y fácil integración que permite, entre otros, la detección de la presencia o ausencia de señales de audio así como la determinación del tono de dichas señales de audio.

## Estado de la técnica

Actualmente existen sistemas para el reconocimiento y detección de sonidos, basados en la utilización de un dispositivo electrónico conocido como Procesador Digital de la Señal (DSP- Digital Signal Processing) o basados en la utilización de un ordenador de cierta potencia en el que se incluyen programas específicos que realicen dichas tareas. Tanto los DSP como los ordenadores tienen una gran potencia de cálculo, pero tanto su coste económico como de potencia, hacen que no puedan integrarse en sistemas de bajo consumo.

Dentro de los sistemas de bajo coste y bajo consumo se encuentran los robots móviles, entre los que se pueden destacar los robots con fines educativos (WO02/095517). Este tipo de robots incluyen sensores con los que ir aumentando las capacidades del mismo. Uno de los sensores que en la actualidad no existe es un sensor que permita el reconocimiento de sonidos y que pueda ser integrado en plataformas de bajas prestaciones (compatible por tanto, con cualquier plataforma o sistema), dada la complejidad, y la potencia que consumen este tipo de sensores.

Por otra parte, las aplicaciones musicales con fines educativos (US2004237756A1) están cada vez más extendidas. Dichas aplicaciones para que sean realmente útiles para el aprendizaje de música, requieren de un sistema de escucha que decida si lo que suena es correcto o no. Actualmente, la mayor limitación de dichas aplicaciones es el coste que supone un buen sistema de reconocimiento y detección de sonidos.

En la actualidad, existen multitud de robots móviles comercializados por diferentes marcas [Lego, Moway, Robotics, etc.], los cuales, pueden ser complementados o mejorados añadiéndoles distintos módulos que normalmente comercializa el propio fabricante del robot. Entre dichos módulos, podemos encontrar desde distintos sistemas de tracción, sensores que permiten la medida de distancias, o interfaces para el control remoto. Uno de los objetivos principales de la presente invención es proporcionar un módulo que permita dotar a un robot de bajo coste de oído. La presente invención permite por tanto implementar dicho oído, adaptado al coste global de los robots móviles a los que se está haciendo referencia y al mismo tiempo de bajo consumo. Por otro lado, se dota al sistema de una interfaz estándar de forma que sea posible la interconexión con cualquier tipo tanto de robot como de sistema de bajas prestaciones o no.

La presente invención se refiere a un sistema de detección de sonidos polivalente de bajo consumo y fácil integración, para ser utilizado en cualquier tipo de sistema. Entre los sistemas en los que se puede integrar hay que destacar, los sistemas embebidos de bajo coste que requieran de un sistema de reconocimiento y/o detección de sonidos, cuyo coste sea adecuado al sistema en el que se va a integrar. Además, el sistema permite ser integrado fácilmente incluso en la misma placa del sistema embebido así como conectarse siguiendo cualquiera de los protocolos de comunicaciones existentes en la actualidad. Un ejemplo de sistemas en el que integrar el objeto de invención son los robots móviles.

## Descripción detallada de la invención

El sistema objeto de la presente invención comprende los siguientes módulos:

- a) Módulo de adaptación de señales. Este módulo comprende un preamplificador de entrada que adapta la impedancia del transductor utilizado y proporciona el nivel necesario para la siguiente etapa.
- b) Módulo de filtrado: El objetivo de este módulo es garantizar el correcto funcionamiento de las etapas posteriores, para lo que comprende un filtro *anti-aliasing*.
- c) Módulo de adquisición y conversión. Este módulo tiene como función la digitalización de la señal analógica proveniente del módulo de filtrado en una señal digital sin *aliasing*. La señal analógica es convertida a digital mediante un conversor A/D.
- d) Módulo de procesamiento y control. Dicho módulo se encarga de realizar el procesamiento digital de la señal almacenada. Implementa filtros digitales y realiza el paso de la información en el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, extrayendo únicamente la información útil en cada caso, reduciendo considerablemente los requerimientos de memoria y el coste computacional asociado a las siguientes etapas. Además, dicho módulo realiza la detección y el reconocimiento. Dichas tareas se llevan a cabo mediante técnicas de inteligencia artificial que permiten reducir el coste computacional. Por otro lado, el módulo de procesamiento y control coordina las comunicaciones con el exterior.

## ES 2 372 202 A1

- e) Módulo de almacenamiento. Será el módulo encargado de proporcionar memoria temporal para almacenar la información a procesar así como los resultados de dicho procesamiento para ser enviados al procesador principal del robot. Dicho almacenamiento consiste en una memoria RAM complementaria a la memoria RAM del módulo de procesamiento y control.
- f) Módulo de comunicaciones. Este es el módulo encargado de implementar la comunicación con el exterior, por ejemplo, con el procesador principal del robot.
- g) Módulo de alimentación. Este módulo proporciona la posibilidad de que el sistema funcione de forma autónoma sin necesidad de tomar la alimentación del sistema con el que se comunica. Es de especial importancia en el caso de la comunicación mediante interfaz inalámbrica.
- h) Capa software encargada de:
  - i. Detectar la presencia de sonido.
  - ii. Controlar el convertidor Analógico/Digital.
  - iii. Almacenar las muestras.
  - iv. Realizar el procesamiento de las muestras.
  - v. Toma de decisiones sobre la salida en función del resultado del procesamiento.
  - vi. Envío de las salida a través de la interfaz de salida.

El sistema objeto de la presente invención no necesita calibrado ni configuración alguna para su funcionamiento, y posibilita al menos dos modos de funcionamiento:

1. Funcionamiento en modo básico. El sistema se utiliza sin ningún tipo de modificación ni personalización. En este modo, el sistema detecta frecuencias de audio entre 20 Hz y 6 KHz.
2. Funcionamiento en modo avanzado. En este modo, es posible configurar el sistema para ampliar el rango de frecuencias de funcionamiento del sistema. Dicha configuración permite:
  - a) Definición de la banda de frecuencias a detectar. Se trata de poder utilizar el detector en una banda de frecuencias de audio diferente para la que por defecto se utiliza. Esto permite aumentar la resolución en frecuencia sin incrementar el coste computacional.
  - b) Modificación de la resolución en frecuencia. La modificación de la resolución en frecuencia puede realizarse sin estrechar la banda de frecuencias a detectar. En este caso, al contrario de lo que ocurre en el caso a), sí se incrementa, aunque no de forma muy significativa, el coste computacional y por tanto el tiempo de procesamiento, es decir, el tiempo de respuesta del sistema.
  - c) Modificación de la estructura de la trama enviada por la interfaz de comunicación. Puede haber ocasiones en las que sea interesante o necesario adaptar el formato de la información que se envía al procesador principal del robot. Para estos casos, es posible personalizar la estructura y el formato de dicha información para cumplir con posibles requisitos impuestos por el software del procesador principal del robot. Esto hace que el sistema sea más versátil y por tanto permite la interconexión con cualquier robot comercial.
  - d) Funcionamiento en modo maestro o esclavo. En el caso de las interfaces de comunicación SPI, RS232 o cualquiera de las interfaces inalámbricas descritas en la presente memoria, el sistema puede funcionar en estos dos modos:
    - i. Modo maestro. El sistema realiza la captura, detección y reconocimiento de un sonido y envía el resultado a través de la interfaz sin petición previa por parte de otro procesador o del usuario (en el caso de interfaces de comunicación con terminales de usuarios tales como teléfonos móviles, PDA u ordenadores PC). Este modo es útil, por ejemplo, cuando se quiere que un robot esté a la espera de la de un determinado sonido. Tras la detección y reconocimiento de dicho sonido, el robot puede realizar una determinada acción. En este caso, el robot no toma la decisión de capturar o no sonidos, sino que siempre está “a la escucha”.
    - ii. Modo esclavo. El sistema espera la correspondiente orden proveniente del usuario o de otro procesador para realizar la captura, detección y reconocimiento, así como para enviar el resultado. Hasta la recepción de la orden de envío, el sistema almacena los sucesivos resultados. En este modo de funcionamiento, el sistema está dormido a la espera de que, por ejemplo, un robot le indique que comience a escuchar para detectar un determinado sonido.

## ES 2 372 202 A1

El sistema objeto de la presente invención requiere una inversión mínima para su integración en sistemas comerciales dado que el propio sistema implementa diferentes interfaces de comunicación y que es posible personalizar el formato de la información. Entre los sistemas en los que puede integrarse están los robots móviles comerciales. Una vez configurado, el sistema funciona de forma totalmente transparente y autónoma al sistema con el que se comunica. Además, es posible alimentarlo de forma autónoma, sin dependencia energética con el sistema con el que se comunica, lo que proporciona un amplio rango de aplicaciones y posibilidades.

En cuanto a las posibles aplicaciones del sistema podemos distinguir:

1. Detección de sonidos. Esto permite dotar al sistema en el que se integre de un módulo capaz de detectar sonidos concretos (voz, tono musical, sonido mecánico concreto) entre multitud de sonidos y ruidos ambientales, dependiendo del modo de funcionamiento utilizado.
2. Reconocimiento de sonidos. El sistema es capaz distinguir y reconocer sonidos diferentes, por ejemplo, notas musicales, acordes sonidos industriales, voces concretas, etc.
3. Reconocimiento de tonos. De esta forma, el sistema de reconocimiento de sonidos polivalente de bajo consumo y fácil integración, proporciona al sistema en el que se integra la infraestructura necesaria no sólo para detectar la presencia o no de sonido, sino para reconocer un tono concreto y poder distinguir entre tonos de diferentes frecuencias (con independencia del instrumento musical que lo genere).

Entre estas nuevas utilidades que se derivan de la invención se pueden señalar las siguientes:

- El sistema permite añadir capacidades de detección y reconocimiento de sonidos a sistemas existentes sin añadir infraestructura ni modificar el sistema original.
- Permite implementar una reacción concreta ante un sonido concreto en cualquier sistema como robots móviles, sistemas de alarma, detección de intrusos, simulación de presencia, etc.
- Da soporte a usuarios con deficiencias auditivas. El sistema puede reconocer sonidos e informar al usuario de forma visual, por ejemplo, indicando el sonido reconocido en un ordenador personal, teléfono móvil o PDA. Esto es posible gracias a la interfaz inalámbrica con la que cuenta el sistema.
- Proporciona soporte a la docencia en música, permitiendo el rápido aprendizaje de notas y acordes. El sistema puede indicar si una determinada nota o un determinado acorde se ha tocado bien o no.
- Permite extender la funcionalidad de los sistemas detección de tonos DTMF, de una forma más segura, eficiente y versátil. Esto es posible gracias a las técnicas de procesamiento digital de la señal junto con las técnicas de inteligencia artificial utilizadas.

La invención se caracteriza además por lo siguiente:

- Facilidad de uso e integración. El sistema es de fácil utilización e integración y no requiere de calibración previa por parte del usuario. El sistema envía la información al procesador principal del otro sistema o directamente a un ordenador PC, teléfono móvil o PDA y el terminal propiedad del usuario o un segundo procesador, la recibe automáticamente.
- Bajo consumo. El sistema está diseñado para ser conectado con otros sistemas que pueden tener serias restricciones de consumo. Por esta razón, el sistema es de bajo consumo, siendo prácticamente inapreciable su presencia para un tercer sistema en cuanto al consumo se refiere. Para ello todo el sistema ha sido diseñado para el bajo consumo, de forma que el sistema está en estado “dormido” siempre que no se esté utilizando.
- Abierto a posibles mejoras tecnológicas.
- Polivalencia.
- Estructura modular.

### Descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención.

Figura 1.- Diagrama de bloques del sistema, que incluye todos los módulos descritos en los ejemplos de realización.

Figura 2.- Esquema del funcionamiento del sistema. Cuando el sistema detecta un sonido, éste realiza el procesamiento necesario y envía a través la interfaz de salida el resultado.

Figura 3.- Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema, el cual, se encuentra en estado de bajo consumo (duerme) y cuando detecta un sonido despierta para realizar todo el procesamiento necesario para realizar el reconocimiento y enviar el resultado por la interfaz de salida.

## Modos de realización de la invención

Seguidamente, se realiza una descripción de distintas realizaciones preferidas de la invención con carácter no limitativo.

En una realización preferida, el sistema objeto de la invención comprende:

- a) Módulo de adaptación de señales que comprende un preamplificador realimentado para garantizar la estabilidad, ganancia y respuesta en frecuencia; y un transductor electroacústico.
- b) Módulo de filtrado que comprende un filtro paso-bajo de capacidades conmutadas de orden 8, que proporciona una atenuación de 60 dB a la frecuencia de corte. Es posible además, modificar dicha frecuencia de corte mediante un potenciómetro para adaptarlo a una aplicación concreta.
- c) Módulo de adquisición y conversión que comprende un conversor A/D de 10 bits y con una frecuencia de muestreo de 2 KHz. En una realización preferida, este módulo permite incrementar dicha frecuencia de muestreo hasta los 15 KHz.
- d) Módulo de procesamiento y control que implementa redes neuronales artificiales.
- e) Módulo de almacenamiento que comprende una memoria RAM estática con interfaz SPI.
- f) Módulo de comunicaciones que comprende al menos los siguientes interfaces de comunicación:

- i. Interfaz I2C.
- ii. Interfaz SPI.

En una realización preferida, el módulo de comunicaciones comprende además al menos uno de los siguientes interfaces de comunicación:

- iii. Interfaz RS232.
- iv. Interfaz paralelo de 8 bits.
- v. Interfaz inalámbrica: Wifi (802.11x), Bluetooth (802.15.1), Zigbee (802.15.4), y/o un módulo ad-hoc que operen en la banda ISM (434 MHz, 868 MHz, 2,4 MHz).

En una realización preferida, las interfaces de comunicación i, ii, iv y v se implementan utilizando el hardware incluido en el propio microprocesador que controla el sistema.

En una realización preferida, las interfaces Wifi, Bluetooth y Zigbee se implementan mediante módulos Gridconnect WiFly, Ezurio BISM2 y Xbee respectivamente.

En una realización preferida, la comunicación en la banda ISM se implementa mediante módulos de otros fabricantes para implementar una comunicación propietaria.

- g) Módulo de alimentación.
- h) Capa software.

En una realización preferida, el sistema objeto de la invención comprende:

- a) Módulo de adaptación de señales encargado de adaptar la impedancia del transductor y de acondicionar la salida a un nivel aceptable para el filtro *anti-aliasing*. Se conecta con el módulo de filtrado como se indica en la Figura 1.
- b) Módulo de filtrado que comprende un filtro *anti-aliasing* elíptico de capacidades conmutadas capaz de atenuar 80 dB la señal a la frecuencia de corte. Esta atenuación es suficiente para evitar el procesamiento de frecuencias fuera del rango del detector y evitar el *aliasing*.

## ES 2 372 202 A1

- c) Módulo de adquisición y conversión. El convertidor analógico/digital realiza la adquisición de la señal analógica que proviene del filtro y realiza su conversión a formato digital.
- 5 d) Módulo de procesamiento control que comprende un microprocesador que realiza el procesamiento de la señal digitalizada y entrega a la interfaz de salida el resultado.
- e) Módulo de almacenamiento cuyo objeto es poder adquirir señales de larga duración y de proporcionar al módulo de control memoria necesaria para poder realizar el procesamiento con la suficiente resolución. Éste módulo amplía la memoria de acceso aleatorio el módulo de control a través de una memoria Ram estática.
- 10 f) Módulo Bluetooth: se trata de un módulo Bluetooth integrado para proporcionar conectividad con aquellos dispositivos que utilicen dicha interfaz.
- g) Módulo Wifi: se trata de un módulo wifi integrado para proporcionar conectividad con aquellos dispositivos que utilicen dicha interfaz.
- 15 h) Módulo Zigbee: se trata de un módulo Zigbee integrado para proporcionar conectividad con aquellos dispositivos que utilicen dicha interfaz.
- 20 i) Módulo RS232 que comprende una UART implementada en la placa de control para comunicación serie con otros dispositivos.
- j) Módulo de comunicación paralelo: en la placa de control se implementa una interfaz paralela para comunicación paralela con otros dispositivos.
- 25 k) Módulo de comunicación I2C que comprende una interfaz I2C implementada en la placa de control para comunicación I2C con otros dispositivos.
- l) Módulo de comunicación SPI que comprende una interfaz paralela implementada en la placa de control para comunicación SPI con otros dispositivos.
- 30 m) Módulo de comunicación ISM: módulo que permite la comunicación a través de módulos de comunicación radio que trabajen en la banda ISM.
- 35 n) Módulo de alimentación y gestión de la energía: se encarga de mantener al sistema en un estado de bajo consumo mientras que no esté realizando ninguna operación. Dicho módulo tiene su principal aplicación en sistemas alimentados con batería, en los que el consumo es un requisito a tener en cuenta. El funcionamiento puede verse en la Figura 3.
- 40 o) Capa software.

Conforme a esta realización preferida, el sistema puede comunicarse simultáneamente con diferentes dispositivos, implementando varios buses de comunicación simultáneamente (I2C y SPI, por ejemplo) o utilizando medios de comunicación compartidos como Bluetooth, Wifi o Zigbee. De esta forma se permite no sólo el envío de información a varios dispositivos o sistemas, sino la petición de dicha información o la configuración para un fin determinado por parte de diferentes dispositivos o sistemas. Por ejemplo, si el sistema se utiliza con un robot móvil, éste podría funcionar de dos formas, dependiendo de si se encuentra en modo maestro o en modo esclavo. El modo maestro es útil, por ejemplo, cuando se quiere que el robot esté a la espera de un determinado sonido. Tras la detección y reconocimiento de dicho sonido, el robot puede realizar una determinada acción. En este caso, el robot no toma la decisión de capturar o no sonidos, sino que siempre está “a la escucha”. En el modo esclavo, el sistema está dormido a la espera de que el robot le indique que comience a escuchar para detectar un determinado sonido.

### Aplicación industrial

55 El objetivo de esta invención es proporcionar, de forma sencilla, la infraestructura necesaria a diferentes equipos que requieran de la detección y reconocimiento de sonidos concretos. Tal es el caso de robots, sistemas de monitorización auditiva, sistemas de ayuda a personas con deficiencias auditivas, o sistemas de alarma o de control de accesos:

60 Sistema de reconocimiento para robots móviles: Los robots móviles de bajo coste orientados a la docencia y al entretenimiento general, adolecen de un sistema de reconocimiento y detección de sonidos. Esto hace que no se pueden utilizar para implementar en ellos, por ejemplo, aplicaciones de entretenimiento basadas en el reconocimiento de sonidos musicales. El sistema de reconocimiento que se presenta en esta patente, al ser de bajo consumo y se puede integrar en todos estos robots haciendo que se puedan utilizar tanto para aplicaciones de entretenimiento basadas en sonidos musicales como para aplicaciones didácticas musicales.

## ES 2 372 202 A1

Sistema de ayuda a personas con deficiencias auditivas: En el día a día de una persona existen gran cantidad de estímulos sonoros, que nos dan información sobre situaciones que pueden entrañar peligro. El sistema de detección y reconocimiento de sonidos que aquí se propone se puede integrar en cualquier dispositivo de manera que haga las funciones de escucha y envíe la información a la persona con deficiencia auditiva de otra forma: vibración, luz, etc.

5 El dispositivo diseñado puede ser muy útil en la cocina, donde siempre existe el riesgo, entre otras cosas, de que la comida en el fuego al hervir se derrame, con el peligro de quemaduras que esto supone. Si se dispone de un sistema que detecte de manera auditiva del hecho de que la comida hierve, se pueden evitar muchos de estos problemas. Esto mismo se puede aplicar a las señales sonoras de los hornos, de las alarmas de incendios, etc.

10 Sistema de monitorización auditiva: El sistema de detección y reconocimiento de sonidos, se puede utilizar para monitorizar de manera auditiva distintos entornos, como pueden ser las diferentes habitaciones de una casa. Dada la gran capacidad de integración del sistema propuesto este se puede integrar a cualquier sistema de comunicaciones, de manera que cuando se detecte una situación que requiera generar un aviso este puede llegar al destinatario por móvil, email, etc. Esta aplicación es muy útil, entre otras, para personas que tiene movilidad reducida y necesitan saber qué  
15 ocurre en el resto del entorno que tienen a su cargo, para personas que han de cuidar tanto de niños como de personas mayores de manera que puedan realizar tareas en otra parte de la casa y reciban aviso si hay algún problema, etc. También este sistema se puede integrar en cualquier sistema de alarma de manera que envíe avisos si se ha escuchado algún ruido sospechoso de ser peligroso.

20 Sistemas de alarma: Proporcionar a los sistemas de alarma la capacidad de reconocer sonidos y reaccionar en función del sonido concreto detectado.

Sistemas de control de accesos un segundo nivel de seguridad basado en cualquier sonido que puede incluir incluso la voz humana.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo **caracterizado** porque no necesita calibrado ni configuración para funcionar y comprende los siguientes módulos:
  - a) Módulo de adaptación de señales, que comprende un preamplificador de entrada que adapta la impedancia del transductor utilizado y proporciona el nivel necesario para la siguiente etapa;
  - b) Módulo de filtrado, que garantiza el correcto funcionamiento de las etapas posteriores, para lo que comprende un filtro *anti-aliasing*;
  - c) Módulo de adquisición y conversión, que tiene como función la digitalización de la señal analógica mediante un conversor A/D proveniente del módulo de filtrado en una señal digital sin *aliasing*;
  - d) Módulo de procesamiento y control, que, mediante técnicas de inteligencia artificial, se encarga de realizar el procesamiento digital de la señal almacenada, para lo que comprende filtros digitales y realiza el paso de la información en el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, extrayendo únicamente la información útil en cada caso, reduciendo considerablemente los requerimientos de memoria y el coste computacional asociado a las siguientes etapas; además, dicho módulo realiza la detección y el reconocimiento, así como la coordinación de las comunicaciones con el exterior;
  - e) Módulo de almacenamiento, encargado de proporcionar memoria temporal para almacenar la información a procesar así como los resultados de dicho procesamiento para ser enviados al procesador principal del robot, para lo que comprende una memoria RAM complementaria a la memoria RAM del módulo de procesamiento y control;
  - f) Módulo de comunicaciones, encargado de implementar la comunicación con el exterior;
  - g) Módulo de alimentación, que proporciona la posibilidad de que el sistema funcione de forma autónoma sin necesidad de tomar la alimentación del sistema con el que se comunica, de especial importancia en el caso de la comunicación mediante interfaz inalámbrica; y
  - h) Capa software, encargada de:
    - i. Detectar la presencia de sonido,
    - ii. Controlar el convertidor A/D,
    - iii. Almacenar las muestras,
    - iv. Realizar el procesamiento de las muestras,
    - v. Toma de decisiones sobre la salida en función del resultado del procesamiento, y
    - vi. Envío de las salida a través de la interfaz de salida.
2. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según la reivindicación anterior **caracterizado** porque el módulo de adaptación de señales comprende un preamplificador realimentado para garantizar la estabilidad, ganancia y respuesta en frecuencia; y un transductor electroacústico.
3. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 **caracterizado** porque el módulo de filtrado comprende un filtro paso-bajo de capacidades conmutadas de orden 8 que permite la atenuación de la frecuencia de corte.
4. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según la reivindicación anterior **caracterizado** porque el módulo de filtrado comprende un potenciómetro para modificar la frecuencia de corte.
5. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado** porque comprende un conversor A/D de 10 bits y con una frecuencia de muestreo de 2 KHz.
6. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según la reivindicación anterior **caracterizado** porque el módulo de adquisición y conversión permite incrementar la frecuencia de muestreo hasta los 15 KHz.
7. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado** porque el módulo de procesamiento y control implementa redes neuronales artificiales.



8. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado** porque el módulo de almacenamiento comprende una memoria RAM estática con interfaz SPI.

9. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 **caracterizado** porque el módulo de comunicaciones comprende al menos los siguientes interfaces de comunicación:

- a. Interfaz I2C.
- b. Interfaz SPI.

10. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según la reivindicación anterior **caracterizado** porque los interfaces I2C y SPI se implementan utilizando el hardware incluido en el propio microprocesador que controla el sistema.

11. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10 **caracterizado** porque el módulo de comunicaciones comprende además al menos uno de los siguientes interfaces de comunicación:

- a. Interfaz RS232.
- b. Interfaz paralelo de 8 bits.
- c. Interfaz inalámbrica: Wifi (802.11x), Bluetooth (802.15.1), Zigbee (802.15.4), y/o un módulo *ad-hoc* que operen en la banda ISM (434 MHz, 868 MHz, 2,4 MHz).

12. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según la reivindicación anterior **caracterizado** porque los interfaces de comunicación se implementan utilizando el hardware incluido en el propio microprocesador que controla el sistema.

13. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12 **caracterizado** porque las interfaces Wifi, Bluetooth y Zigbee se implementan mediante módulos Gridconnect WiFly, Ezurio BISM2 y Xbee respectivamente; la comunicación en la banda ISM se implementa mediante módulos de otros fabricantes para implementar una comunicación propietaria.

14. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según cualquier de las reivindicaciones 1 a 13 **caracterizado** porque comprende dos modos de funcionamiento:

- a. Funcionamiento en modo básico, en el que el sistema se utiliza sin ningún tipo de modificación ni personalización.
- b. Funcionamiento en modo avanzado, en el que es posible configurar el sistema para ampliar el rango de frecuencias de funcionamiento del sistema; dicha configuración permitiendo:
  - i. Definición de la banda de frecuencias a detectar, lo que permite utilizar el detector en una banda de frecuencias de audio diferente para la que por defecto se utiliza, posibilitando aumentar la resolución en frecuencia sin incrementar el coste computacional;
  - ii. Modificación de la resolución en frecuencia, que puede realizarse sin estrechar la banda de frecuencias a detectar;
  - iii. Modificación de la estructura de la trama enviada por la interfaz de comunicación, que permite personalizar la estructura y el formato de la información comunicada;
  - iv. Funcionamiento en modo maestro o esclavo.

15. Sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo según la reivindicación anterior **caracterizado** porque:

- a. En modo maestro, el sistema realiza la captura, detección y reconocimiento de un sonido y envía el resultado a través de la interfaz sin petición previa por parte de otro procesador o del usuario; y
- b. En modo esclavo, el sistema espera la correspondiente orden proveniente del usuario o de otro procesador para realizar la captura, detección y reconocimiento, así como para enviar el resultado.

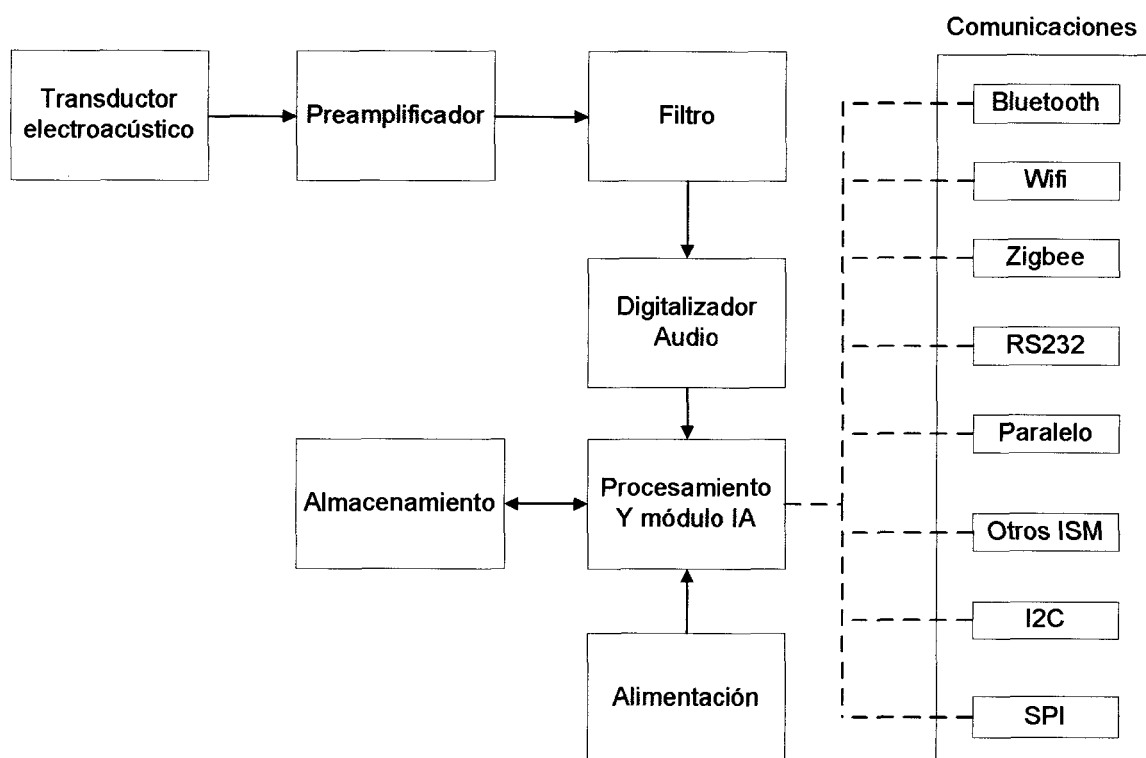


Figura 1

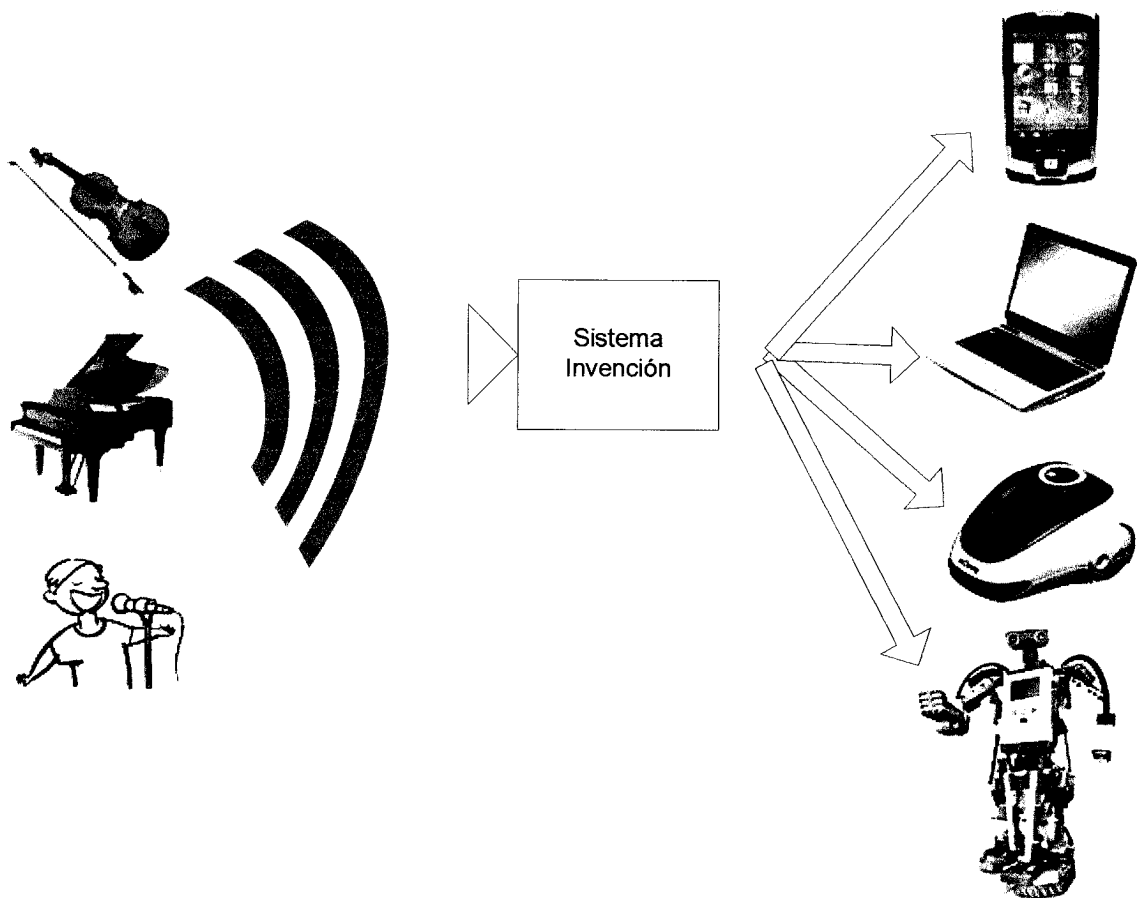


Figura 2

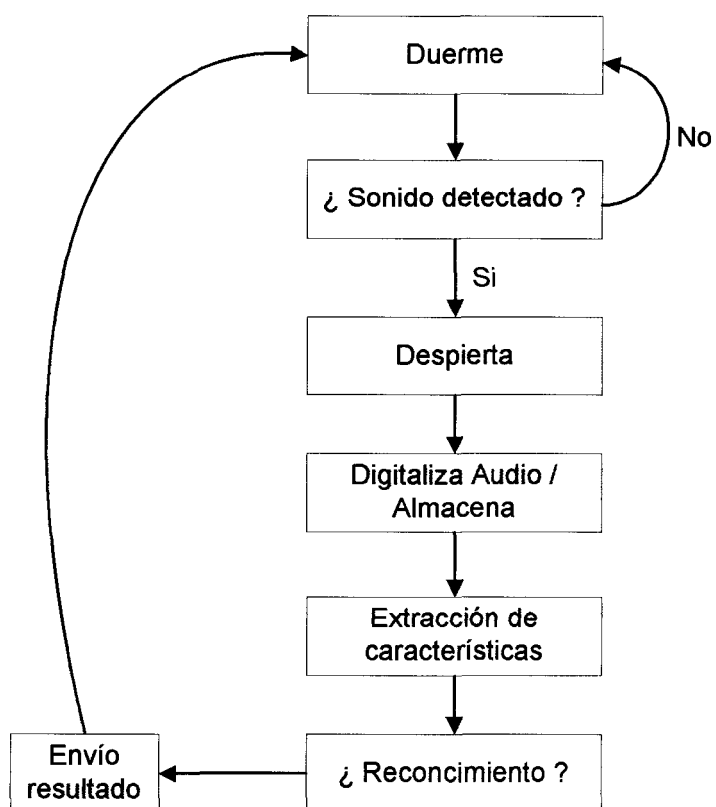


Figura 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000884

②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.07.2010

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados                                 | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| A         | US 2004064324 A1 (GRAUMANN DAVID L) 01.04.2004     | 1                          |
| A         | JP 2002073073 A (SHARP KK) 12.03.2002              | 1                          |
| A         | JP 60003518 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) 09.01.1985 | 1                          |
| A         | WO 2006107833 A1 (QUALCOMM INC et al.) 12.10.2006  | 1                          |

#### 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  
18.10.2011

Examinador  
M. C. González Vasserot

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G10L19/02** (2006.01)**G10L21/00** (2006.01)**G10L21/02** (2006.01)

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

G10L

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.10.2011

**Declaración**

|                                                 |                       |           |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 1-15 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones      | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones 1-15 | <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 2004064324 A1 (GRAUMANN DAVID L)     | 01.04.2004        |
| D02       | JP 2002073073 A (SHARP KK)              | 12.03.2002        |
| D03       | JP 60003518 A (VICTOR COMPANY OF JAPAN) | 09.01.1985        |
| D04       | WO 2006107833 A1 (QUALCOMM INC et al.)  | 12.10.2006        |

**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**

Los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Así, la invención reivindicada se considera que cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

1.- El objeto de la presente solicitud de patente consiste en el análisis o tratamiento de señales de audio. Más particularmente, se dirige a un sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo y fácil integración que permite, entre otros, la detección de la presencia o ausencia de señales de audio así como la determinación del tono de dichas señales de audio. Uno de los objetivos principales es proporcionar un módulo que permita dotar a un robot de bajo coste de oído. La presente invención permite por tanto implementar dicho oído, adaptado al coste global de los robots móviles a los que se está haciendo referencia y al mismo tiempo de bajo consumo. Por otro lado, se dota al sistema de una interfaz estándar de forma que sea posible la interconexión con cualquier tipo tanto de robot como de sistema de bajas prestaciones o no. Se trata de proporcionar, de forma sencilla, la infraestructura necesaria a diferentes equipos que requieran de la detección y reconocimiento de sonidos concretos. Tal es el caso de robots, sistemas de monitorización auditiva, sistemas de ayuda a personas con deficiencias auditivas, o sistemas de alarma o de control de accesos.

2.- El problema planteado por el solicitante es la detección de sonidos. Esto permite dotar al sistema en el que se integre de un módulo capaz de detectar sonidos concretos (voz, tono musical, sonido mecánico concreto) entre multitud de sonidos y ruidos ambientales, dependiendo del modo de funcionamiento utilizado. También es el reconocimiento de sonidos. El sistema es capaz de distinguir y reconocer sonidos diferentes, por ejemplo, notas musicales, acordes sonidos industriales, voces concretas, etc. Además también se puede reconocer tonos. De esta forma, el sistema de reconocimiento de sonidos polivalente de bajo consumo y fácil integración, proporciona al sistema en el que se integra la infraestructura necesaria no sólo para detectar la presencia o no de sonido, sino para reconocer un tono concreto y poder distinguir entre tonos de diferentes frecuencias (con independencia del instrumento musical que lo genere). Esto permite implementar una reacción concreta ante un sonido concreto en cualquier sistema como robots móviles, sistemas de alarma, detección de intrusos, simulación de presencia. Puede dar soporte a usuarios con deficiencias auditivas. Proporciona soporte a la docencia en música permitiendo el rápido aprendizaje de notas y acordes. El sistema está diseñado de bajo consumo de forma que el sistema está dormido siempre que no se esté utilizando.

El documento D1 puede considerarse como el representante del estado de la técnica más cercano ya que en este documento confluyen la mayoría de las características técnicas reivindicadas.

**Análisis de la reivindicación independiente 1**

D1 se diferencia del documento de solicitud de patente en que no es un sistema de reconocimiento de sonidos de bajo consumo, ni tampoco indica expresamente que no se necesite calibrado ni configuración para funcionar y tampoco tiene la etapa de pre-amplificación de entrada que adapta la impedancia del transductor utilizado y proporciona el nivel necesario para la siguiente etapa.

La reivindicación 1 es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

**Análisis del resto de los documentos**

De este modo, ni el documento D1, ni ninguno del resto de los documentos citados en el Informe del Estado de la Técnica, tomados solos o en combinación, revelan la invención en estudio tal y como es definida en las reivindicaciones independientes, de modo que los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Además, en los documentos citados no hay sugerencias que dirijan al experto en la materia a una combinación que pudiera hacer evidente la invención definida por estas reivindicaciones y no se considera obvio para una persona experta en la materia aplicar las características incluidas en los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la misma.