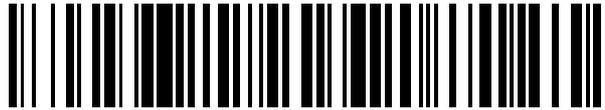


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 572**

21 Número de solicitud: 201830852

51 Int. Cl.:

**G01C 21/36** (2006.01)  
**G01C 21/34** (2006.01)  
**G01C 21/20** (2006.01)  
**G01S 3/14** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**29.08.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**02.03.2020**

71 Solicitantes:

**GEKO NAVSAT S.L. (100.0%)**  
**Parque Científico UC3M, Avda. Gregorio Peces**  
**Barba Nº1**  
**28918 Leganés (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**OLMEDO SOLER, Rafael María**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **MÉTODO Y SISTEMA DE NAVEGACIÓN PERSONAL MEDIANTE SONIDO BINAURAL**

57 Resumen:

Método y sistema de navegación personal mediante sonido binaural. El sistema comprende unos auriculares estereofónicos (2) y un dispositivo portátil (1) con un módulo de geolocalización (17) para obtener la posición ( $x_1, y_1$ ), un detector de orientación (19) para obtener la orientación ( $\alpha_1$ ) y un procesador (14) configurado para obtener una primera localización (L1) con información indicativa de la posición ( $x_1, y_1$ ) y la orientación ( $\alpha_1$ ) del dispositivo portátil (1); obtener la localización ( $x_{WA}, y_{WA}$ ;  $x_{WB}, y_{WB}$ ) de al menos un punto de ruta (WA, WB) de una trayectoria objetivo (6); calcular la orientación relativa ( $\alpha_A, \alpha_B$ ) y la distancia relativa ( $d_A, d_B$ ) existente entre la primera localización (L1) y el al menos un punto de ruta (WA, WB); obtener al menos un sonido binaural (S') asociado a cada punto de ruta (WA, WB); y reproducir el al menos un sonido binaural en los auriculares estereofónicos (2).

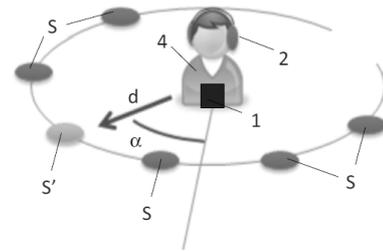


Fig. 1

ES 2 745 572 A1

## DESCRIPCIÓN

### **MÉTODO Y SISTEMA DE NAVEGACIÓN PERSONAL MEDIANTE SONIDO BINAURAL**

5

#### **Objeto de la invención**

La presente invención pertenece al sector técnico de los sistemas electrónicos para la navegación personal, orientación y guiado, y más concretamente, al sector de los sistemas y métodos de ayuda a la navegación personal mediante el uso de sonidos binaurales.

10

Un objeto de la invención consiste en proporcionar un método y un sistema de navegación personal capaz de determinar el rumbo de un usuario y orientarlo respecto a un rumbo deseado.

15

Así mismo es objeto de la invención proporcionar un método y un sistema de navegación personal capaz de guiar a un usuario para alcanzar un destino fijo o en movimiento.

20

Así mismo es objeto de la invención proporcionar un método y un sistema de navegación personal capaz de proporcionar al usuario una percepción del recorrido a seguir, ya sea asociado a un rumbo, una ruta o un destino concreto. De esta forma, la invención proporciona un guiado seguro para el usuario.

25

Finalmente, también es objeto de la invención, proporcionar un método y un sistema de navegación personal que facilite el desarrollo de la navegación por parte del usuario, disminuya la sobrecarga cognitiva y permita una percepción acústica completa del entorno.

#### **Antecedentes de la invención**

##### **Tecnologías de navegación personal**

30

Un sistema de navegación personal debe permitir a su usuario poder alcanzar un punto determinado desde su localización, y a lo largo de un recorrido adecuado al propósito del individuo.

35

De este modo, los sistemas de navegación deberán poder procesar la información de la localización del individuo, y poner los medios para guiar a la persona a lo largo del recorrido

hasta su destino final.

Estos sistemas de navegación personal actuales establecen ámbitos de aplicación tanto en la navegación en espacios exteriores como en espacios interiores e incluso subacuáticos, existiendo multitud de tecnologías disponibles en estos escenarios.

En el caso de los sistemas de navegación de uso en espacios exteriores cobran especial relevancia aquellos basados en sistemas de navegación global por satélite (GNSS de sus siglas en inglés Global Navigation Satellite Systems), como GPS, GLONASS, etc. y los basados en localización a partir de las infraestructuras de comunicaciones de telefonía móvil o wifi. Estos sistemas encuentran un complemento adecuado en tecnologías de navegación autónoma, no basadas en elementos externos, como es el caso por ejemplo de aquellas basadas en el uso de acelerómetros, magnetómetros o giróscopos.

En el caso de los dispositivos personales de navegación, como son los navegadores basados en GPS, pueden mostrar el camino para llegar a un destino determinado, pero en condiciones de mala visibilidad o para usuarios invidentes o con deficiencias visuales, o que por el tipo de actividad no puedan mantener una interacción visual con los dispositivos, estos sistemas no proporcionan formas alternativas de guiar al usuario a través de un recorrido prefijado, más allá de la provisión de indicaciones orales complejas basadas en lenguaje natural.

En el caso de los sistemas de navegación interior, estos suelen apoyarse tanto en infraestructuras de comunicaciones de telefonía móvil, con la capacidad de alcanzar el interior de los edificios, o en un balizamiento realizado a propósito de dicha navegación y que permite alcanzar unos niveles de precisión mayores. En el caso de los sistemas de navegación interior cobran especial relevancia otros sistemas que no se apoyan o requieren la instalación previa de elementos adicionales, como aquellos que se basan en navegación a estima e inercial.

La forma en la que estos sistemas interaccionan con el usuario, guiándole para que pueda realizar esta navegación suele resolverse a partir de indicaciones visuales representadas en la pantalla del dispositivo, o indicaciones orales que ofrecen las instrucciones adecuadas al usuario para seguir hacia su destino.

Existen otras soluciones sensoriales basadas en estimulación sensorial táctil o por vibración que pueden ofrecer esta solución de navegación no visual.

Atendiendo a los dispositivos personales de navegación por satélite podemos considerar distintas formas de navegación:

5 • Navegación hacia un punto: Conocido habitualmente como GO-TO, permite guiar al usuario hacia un punto determinado desde su posición a partir de las indicaciones que le ofrece de la distancia y orientación en la que se encuentra el destino, permitiéndole acercarse al mismo.

10 • Navegación de ruta: Consiste en una secuencia continua de la navegación de punto, en la que varios puntos se suceden y el sistema permite activar la función de navegación hacia el siguiente punto una vez considera que ha alcanzado o rebasado el anterior.

15 • Navegación de trayectoria: En ésta el usuario dispone de la trayectoria que identifica el camino a seguir y el sistema sitúa al usuario sobre dicha trayectoria. A pesar de que una trayectoria es un recorrido continuo, a efectos del sistema se maneja como una secuencia discreta de puntos cuya elevada densidad permite aproximar la figura final que une los puntos consecutivos, con un recorrido continuo.

20 • Navegación de rumbo: el sistema ofrece información de rumbo al usuario permitiéndole mantenerse orientado hacia un rumbo determinado en su avance. En este caso hay que tener en cuenta que recorridos paralelos, aunque no coinciden sí mantienen un mismo rumbo, por lo que si el usuario se desviase del rumbo original momentáneamente para luego volverlo a seguir, acabaría siguiendo un camino paralelo al original, pero separado en base al desplazamiento lateral que haya experimentado.

25 • Navegación de línea de rumbo prefijada: el sistema identifica una línea de rumbo determinado ligada al punto de partida, ofreciendo las indicaciones al usuario para conocer su posición o desviación respecto de dicha línea de rumbo que se mantiene fija, independientemente de la posición en la que se encuentre el usuario.

30 • Navegación de mapa móvil: en este caso la información de navegación interacciona con el usuario pudiendo tener representada en todo momento una base cartográfica sobre la que se representa la posición del usuario. Dependiendo del usuario y de las características de la cartografía, la navegación puede quedar condicionada a la misma, de modo que usuario reciba las indicaciones en base a los caminos que la cartografía identifica como posibles. Es el caso habitual en el que funcionan los navegadores GPS para automoción, en los que el vehículo es representado siempre sobre la carretera más próxima a su posición, y los cálculos de los recorridos se realizan en base a las características y distribución de las carreteras. Al

igual que para el tráfico determinados navegadores interactúan a título de navegador personal a partir de cartografía peatonal.

#### Tecnologías de navegación personal basadas en sonido

5 Las soluciones de orientación y navegación por sonido, se basan en su mayoría en sistemas que permiten localizar la posición del usuario y la provisión de indicaciones o instrucciones orales hacia el usuario que le permiten actuar en función del mensaje oral recibido.

10 Como ayuda a la navegación también es posible encontrar soluciones basadas en sonidos binaurales para dar a la persona una percepción de una localización espacial de obstáculos.

Muchos desarrollos técnicos y de investigación ya han implementado soluciones de navegación autónoma para personas con deficiencias visuales, pero ninguno de esos productos o proyectos resuelve el problema de proveer un sistema de guiado que proporcione  
15 una percepción del recorrido que ha de seguir el usuario.

Desde la introducción del GPS ha habido diferentes sistemas y proyectos de investigación que tratan de prestar asistencia a la movilidad de personas ciegas. Dentro de la literatura no patente algunos de los más destacados son: Trekker Humanware, Kaptan GPS, Note  
20 BRAILLE, PAC Mate, GPS Street Talk, SmartEyes, SWAN, Lazarillo, Lazzus, Microsoft Soundscape, etc. Especialmente, caben destacar los trabajos realizados y publicados por el instituto tecnológico de Georgia “SWAN: System for Wearable Audio Navigation” de Wilson et al. (2007). No obstante, si bien el número de aplicaciones para smartphones sigue creciendo, ninguna de las soluciones implementadas resuelve una solución de navegación mediante una  
25 interfaz de sonido 3D.

Dentro de la literatura patente se han identificado una serie de documentos de patente relacionados con la orientación y navegación con GPS para personas ciegas o en condiciones de mala visibilidad que no pueden apoyarse en indicaciones en una pantalla, tales como  
30 US6278944B1, US6502032B1, KR20070104817A, JP2006208345A, JP2000352925A, etc. No obstante, ninguna de las anteriores contempla la navegación de trayectoria.

Así, las soluciones hasta ahora conocidas para personas ciegas o en condiciones de mala visibilidad se apoyan en las indicaciones de guiado que el sistema pueda suministrarles de  
35 forma sensorial, ya sea acústica o hápticas, como patrones de vibración.

En el caso de las soluciones de guiado mediante indicaciones acústicas, los sistemas actuales ofrecen instrucciones orales que el usuario recibe y en base a las que reacciona pero que presentan una serie de inconvenientes como son:

- 5           • Alteración de la percepción acústica del entorno.
- Instrucciones no diseñadas para personas con discapacidad visual.
- Sobrecarga cognitiva en el usuario debido a las instrucciones de voz, desencadenando una navegación más lenta y menos segura.
- Utilización manual del dispositivo limitando físicamente la libertad de movimientos del
- 10 usuario.
- Idioma como barrera de entrada y factor limitante de las aplicaciones.

Además, otro de los inconvenientes encontrados en los sistemas de navegación acústicos actuales, es que estos ofrecen una indicación asociada a puntos concretos del recorrido, y no

15 aportan una indicación acústica constante o que permita tener una idea aproximada de la trayectoria concreta que deberá ser recorrida por el usuario en los próximos metros.

Según lo expuesto anteriormente, a pesar de los muchos desarrollos técnicos y de investigación orientados al desarrollo de soluciones técnicas de navegación autónoma basada

20 en sonidos, las invenciones hasta ahora conocidas por el estado de la técnica no proveen un método y un sistema de navegación personal mediante sonido binaural que elimine los inconvenientes del estado de la técnica y proporcione una percepción del recorrido que ha de seguir el usuario, permitiéndole tener una imagen mental de la geometría que tiene el recorrido, y recibir las indicaciones de la trayectoria que debe seguir.

25

### **Descripción de la invención**

De esta forma, el sistema y el método que la presente invención propone, se presenta como una mejora frente a lo conocido en el estado del arte puesto que consiguen alcanzar satisfactoriamente los objetivos anteriormente señalados como idóneos para la técnica.

30

La presente invención define un método de navegación que permite orientar a un usuario mediante la reproducción de sonidos binaurales. La utilización de estímulos acústicos facilita el desarrollo de la orientación y la navegación, reduce la sobrecarga cognitiva de las tradicionales instrucciones orales y permite que el usuario tenga una percepción acústica

completa del entorno.

En términos de la presente invención, un sonido binaural debe entenderse como un sonido tridimensional (sonido 3D) capaz de identificar unívocamente un punto en el espacio 3D. A diferencia del sonido estéreo o del sonido envolvente, en el que el usuario es capaz de distinguir la procedencia del sonido entre un número de localizaciones reducido, el sonido binaural permite que el usuario sea capaz de percibir el sonido en punto del espacio 3D, logrando unos niveles de realismo muy superiores a los anteriores.

Una vez determinada la orientación del dispositivo, normalmente coincidente con la del usuario, y la de, al menos, un destino a alcanzar, ya sea fijo o móvil, el método de la presente invención calcula la orientación relativa y reproduce un sonido binaural capaz de indicar a un usuario la dirección hacia la que debe orientarse para alcanzar dicho destino.

Según una realización preferente, la orientación del dispositivo portátil se puede obtener a partir de la propia información de rumbo obtenida de un receptor GNSS y la cual resulta adecuada sólo cuando el usuario está en movimiento, o de un sistema de orientación autónomo, útil cuando el usuario está en reposo o en movimiento. El sistema de orientación puede ser electrónico, como una brújula electrónica basada en magnetómetro, o un sistema inercial. Los sistemas inerciales, como puedan ser los sistemas giroscópicos, permiten establecer la amplitud de los giros respecto de posiciones de referencia a partir de las mediciones de parámetros físicos de giro, como pueda ser la aceleración angular. Multitud de sistemas electrónicos actuales de determinación de orientación HARS (Head Attitude Reference System) combinan sensores de tipo magnetómetro, acelerómetro y giróscopo, (denominados MARG) procesando una salida de orientación resultado de la fusión de los datos de estos sensores, consiguiendo una solución de orientación optimizada y de mayor precisión.

Preferentemente, el ángulo  $\alpha$  puede variar entre  $[-90^\circ, 90^\circ]$  ya que es conocido en la técnica que un usuario no es capaz de diferenciar, para un ángulo concreto, si el sonido procede de adelante o de detrás. Así, por ejemplo, un usuario no es capaz de diferenciar si el valor de  $\alpha$  es  $45^\circ$  o  $135^\circ$  respecto al sistema de coordenadas cartesianas de dos ejes, en el que el eje de ordenadas coincide con la orientación de la primera localización (L1). Con el fin de evitar estos fallos de orientación, la invención contempla la posibilidad de limitar  $\alpha$  entre  $-90^\circ - 90^\circ$ . En dicho caso, los sonidos contienen preferentemente información de orientación para valores

de  $\theta \in [-90^\circ, 90^\circ]$  respecto al sistema de coordenadas antes mencionado. Dichos valores de  $\alpha$  y  $\theta$  cubrirían satisfactoriamente las posibles orientaciones deseadas por el usuario.

5 Según una realización preferente, la obtención del sonido binaural puede comprender una etapa de generar un sonido binaural a partir de la orientación y distancias relativas calculadas. En este caso, el sonido binaural se genera digitalmente a partir de la información recuperada, no siendo necesario el almacenamiento previo de sonidos binaurales en memoria.

10 Según una realización preferente, el método de navegación personal puede realizar de forma secuencial las diferentes etapas para cada uno de los puntos de ruta. De esta forma, la invención permite que el usuario genere una imagen mental de la trayectoria que va a recorrer. La reproducción consecutiva de sonidos permite una orientación más segura y más cómoda, permite una percepción de la geometría del recorrido aunque sea sinuoso, al mismo tiempo que reduce la carga cognitiva que las tradicionales instrucciones orales producen en el  
15 usuario. Además, controlando la realización de estas etapas, la invención permite regular el número de sonidos que se reproducen y controlar la sobrecarga cognitiva que generan en el usuario. Con ello, la invención facilita aún más el desarrollo de la navegación, que de por sí ya se consigue mediante el uso de sonidos binaurales.

20 En una realización, la etapa de obtener un sonido binaural puede comprender la etapa de seleccionar aquel sonido, de entre una pluralidad de sonidos almacenados, cuya información de amplitud ( $A$ ) y orientación ( $\theta$ ) asociada sea más próxima a la posición geográfica relativa, o, de generar dicho sonido binaural a partir de la posición geográfica relativa calculada. Así, según estas realizaciones preferentes, el sonido binaural obtenido puede comprender  
25 información indicativa de orientación ( $\theta$ ) y de amplitud ( $A$ ). Según la primera alternativa mencionada, el método seleccionaría un sonido a partir de una serie de sonidos pregrabados en una memoria del dispositivo que ejecute el método, y según la segunda alternativa mencionada, el método sería el que generaría el sonido binaural. De forma similar a la funcionalidad de orientación, los ángulos  $\alpha$  y  $\theta$  variarán entre  $-90^\circ - 90^\circ$  respecto al sistema  
30 de coordenadas cartesianas de dos ejes en el que el eje de ordenadas coincide con la orientación de la primera localización.

En una realización, los puntos de ruta se obtienen mediante el acceso a una memoria del dispositivo que ejecuta el método de la invención. O bien, según otra realización preferente,  
35 los puntos de ruta se obtienen a partir de un dispositivo emisor. O bien, según otra realización

- preferente son calculados por el dispositivo a partir de la generación automática de trayectoria que establezca el dispositivo entre el origen y el destino en función de las variantes disponibles y los requisitos de planificación del recorrido. Por tanto, los puntos de ruta pueden estar pregrabados en el dispositivo que ejecuta el método o puede recibirse de otro dispositivo o
- 5 baliza in-situ, es decir, cuando se esté realizando el recorrido. El usuario podría pregrabar el recorrido de una ruta con antelación y reproducirlo posteriormente, ya sea para asegurar su regreso, por su seguridad, para realizar labores de rescate una vez que el lugar del incidente (destino) es conocido, etc.
- 10 Por otro lado, la invención permite que el usuario reciba información actualizada durante el recorrido a través de medios emisores, fijos o móviles. De la misma forma, esta información puede ser muy importante en labores de rescate, por ejemplo en caso de incendios, ya que se podría guiar a la gente encargada del rescate de una forma segura. Un ejemplo de medios emisores fijos podrían ser las balizas que señalizan las rutas, como las rutas de montaña o
- 15 las rutas turísticas. Mientras que los medios emisores móviles podrían ser otro dispositivo que ejecute el método de la presente invención, por ejemplo, un monitor de esquí podría emitir los sucesivos destinos de la segunda localización para guiar a un grupo de ciegos, o en labores de rescate, una persona de un equipo médico podría ir delante guiando el recorrido de otros dos miembros del equipo médico que lleven una camilla, no pudiendo utilizar sus manos, y
- 20 que se encuentren en situación de mala visibilidad, sea de noche o estén rodeados de humo por causa de un incendio.

El método de navegación personal puede además comprender la etapa de calcular dinámicamente la información indicativa de la primera localización. De esta forma, la invención

25 permite actualizar la localización del dispositivo portátil, ya sea para orientarle o para guiarle nuevamente hacia su destino o destinos. La invención permite reducir la sobrecarga cognitiva que se genera en el usuario y regular el número de sonidos que se reproducen.

En una realización, el método comprende la etapa de almacenar en una memoria los puntos

30 del camino realizado por el usuario. De esta forma, el método permite al dispositivo portátil que lo ejecuta almacenar la ruta seguida, por lo que el usuario es capaz de realizar el camino inverso (conocido como "track back"). De esta forma, la invención ofrece una navegación más segura ya que el usuario es capaz de retroceder en caso de pérdida.

35 El método de navegación personal puede además comprender la etapa de seleccionar un

tipo, de entre una pluralidad, de sonidos binaurales. Así, el usuario puede elegir entre distintos tipos de sonidos, ya sean estímulos acústicos sencillos o más complejos, como por ejemplo música, manteniendo siempre la capacidad de percepción espacial a partir de su característica y reproducción binaural.

5

En un segundo aspecto, la invención consiste en un sistema de navegación personal mediante sonido binaural que comprende unos auriculares estereofónicos susceptibles de reproducir sonidos binaurales y un dispositivo portátil que comprende un procesador configurado para ejecutar las etapas del método de navegación personal mediante sonido binaural antes mencionado.

10

En una realización preferente, el dispositivo consiste en un teléfono móvil.

### **Descripción de los dibujos**

15 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, unos dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

20 La Figura 1 muestra un mapa binaural formado por sonidos binaurales que comprenden información indicativa de la orientación relativa con respecto a la localización de un usuario, para una distancia  $d$  con respecto a dicho usuario.

La Figura 2 muestra el mapa binaural utilizado empleado para orientar a una persona desde una primera localización ( $L_1$ ) hacia un destino  $D_A$  o un destino  $D_B$  ubicado a una distancia  $d$ .

25

La Figura 3 muestra un mapa binaural que comprende sonidos binaurales a distintas distancias y orientaciones con respecto a un usuario. La figura muestra las posibles diferencias entre la trayectoria deseada (trazo continuo) y la trayectoria percibida o realizada (trazo discontinuo).

30

La Figura 4 muestra un mapa binaural utilizado para guiar a una persona desde una primera localización ( $L_1$ ) por una trayectoria objetivo definida por dos puntos de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ )

35 La Figura 5 muestra el posible cambio de activación de sonidos binaurales en un mapa

binaural en función de la posición y el avance del usuario.

La Figura 6 muestra un diagrama con los componentes del dispositivo portátil que forma parte del sistema de navegación de la presente invención.

5

### **Realización preferente de la invención**

La invención presenta un método y un sistema de navegación personal que permite orientar o guiar a una persona a partir de la reproducción de sonidos binaurales que permiten al usuario tener una percepción acústica de la orientación y/o trayectoria que debe seguir. El sistema de navegación comprende un dispositivo portátil 1 y unos auriculares estereofónicos 2 (Figura 1) portados por la persona o usuario 4 a guiar.

Las personas perciben la posición en la que se oye un sonido porque éste llega a los oídos de forma distinta, entre otros factores, a distinto tiempo, con distinta amplitud y con un espectro de frecuencias diferentes resultado de la diferencia de distancias y caminos recorridos por el sonido para llegar desde la fuente del sonido a cada oído. Si en cada oído se pudiese grabar lo que el usuario recibe poniendo un micrófono en cada oído, la reproducción de estos sonidos grabados mediante unos auriculares estereofónicos 2, permitirían que el usuario obtuviera una impresión real del punto del espacio asociado al sonido binaural reproducido S'. Tal y como muestra la Figura 1, dicha percepción de la posición del punto del espacio del que procede el sonido binaural reproducido S' se puede definir por un ángulo  $\alpha$  y una distancia d respecto de la posición y orientación del dispositivo portátil 1 portado por el usuario 4.

Una aplicación básica de la invención es la orientación o guiado de una persona, para darle a conocer el rumbo o trayectoria a seguir. Así, para la orientación, el método reproduce sonidos binaurales que comprenden información indicativa de la orientación y distancia relativa de la persona respecto de uno o varios puntos de ruta de la trayectoria a seguir.

Las Figuras 1 y 2 representan un mapa binaural formado por una pluralidad de sonidos binaurales S que identifican distintas posiciones alrededor del usuario 4, a una distancia d. Así, se entiende por mapa binaural un conjunto de sonidos binaurales S capaces cada uno de identificar una posición o localización geográfica diferente, a una distancia y una orientación relativa  $\theta$  determinadas con respecto a L1. Los sonidos binaurales S del mapa binaural de las Figuras 1 y 2 representan posiciones ubicadas a una distancia d de la primera localización L1 y con orientaciones relativas  $\theta$  con respecto a L1 separadas entre sí 30°.

Como se observa en la Figura 2, el mapa binaural está formado por sonidos binaurales ( $S(\theta)$ ) cuya información indicativa del rumbo relativo se corresponde con ángulos de  $-90^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $90^\circ$ . Sin embargo, de forma preferente el mapa binaural presenta una separación entre sonidos de unos 15 grados, al ser la percepción angular de los sonidos de este valor aproximadamente. En la Figura 2 se muestran dos posibles destinos,  $D_A$  y  $D_B$ , a alcanzar por parte de un usuario 4 ubicado en una primera localización  $L1$ . Así, para el caso mostrado, el destino  $D_A$  forma un ángulo  $\alpha_A$  con el eje de ordenadas, de forma que el sonido binaural  $S(\theta)$  seleccionado es aquel cuya información de orientación ( $\theta$ ) asociada es más próxima a  $\alpha_A$ , en este caso, el sonido  $S(\theta=-30^\circ)$ . Así mismo, el segundo destino  $D_B$  forma un ángulo  $\alpha_B$  con el eje de ordenadas, con lo que el sonido binaural  $S(\theta)$  seleccionado es  $S(\theta=60^\circ)$ .

El usuario 4, o más concretamente el dispositivo portátil 1 portado por el usuario 4, está orientado según una orientación  $\alpha_1$  (flecha vertical, correspondiente a 0 grados). El destino  $D_A$  tiene una orientación relativa  $\alpha_A$  con respecto a la primera localización  $L1$  (i.e. con respecto a la orientación  $\alpha_1$  del dispositivo portátil 1), de forma que para que el usuario 4 alcance el destino  $D_A$  tiene que girar dicha orientación relativa  $\alpha_A$  y avanzar la distancia  $d$ , suponiendo que el usuario 4 tenga la misma orientación que el dispositivo portátil 1. De manera similar, el destino  $D_B$  tiene una orientación relativa  $\alpha_B$ .

Teniendo en cuenta que el mapa binaural de la Figura 2 comprende una pluralidad de sonidos que definen una serie de posiciones alrededor del usuario, a distancia  $d$  y a diferentes orientaciones relativas  $\theta$ , para representar acústicamente al usuario 4 la posición de los destinos  $D_A$  y  $D_B$  se puede elegir el sonido binaural que represente la posición más próxima a cada destino. Así, el sonido binaural  $S'(d, \theta_{-30^\circ})$  que representa la posición ubicada a una distancia  $d$  y una orientación relativa de  $-30^\circ$  con respecto a la localización  $L1$ , es el más próximo al destino  $D_A$  y el más adecuado (suponiendo que no haya otros sonidos binaurales disponibles más cercanos a  $D_A$ ) para indicar al usuario 4 la posición de dicho destino. Cada sonido binaural reproducido aporta al usuario una percepción de orientación y distancia. Por su parte, el sonido binaural  $S'(d, \theta_{60^\circ})$ , que representa la posición ubicada a una distancia  $d$  y una orientación relativa de  $+60^\circ$  con respecto a la localización  $L1$ , es el más próximo al destino  $D_B$  y el más idóneo, de entre los sonidos binaurales disponibles, para indicar al usuario la posición del destino  $D_B$ . La reproducción de ambos sonidos  $S(\theta=-30^\circ)$  y  $S(\theta=60^\circ)$ , ofrecerá una sensación de trayectoria al usuario 4 y permitirá una navegación más segura y cómoda para el usuario 4.

La Figura 3 representa un mapa binaural que contiene sonidos binaurales  $S$  (representados por puntos) en varios anillos a distintas distancias y orientaciones con respecto al usuario 4. La Figura 3 también muestra una trayectoria objetivo 6 o trayectoria deseada a seguir por parte del usuario 4, y la trayectoria percibida 7 por el usuario al escuchar los sonidos binaurales  $S'$  reproducidos de manera secuencial. La invención permite guiar a una persona a partir de la reproducción de sonidos binaurales  $S'$ . De esta forma, la percepción del recorrido viene definida por un ángulo y una distancia respecto de la posición del usuario.

10 En la Figura 3 la navegación permite que el usuario pueda avanzar a lo largo de una trayectoria determinada, ya que al asociar la trayectoria con puntos concretos del mapa binaural, el usuario puede percibir cómo es la trayectoria y puede avanzar hacia los puntos de donde percibe los sonidos. La trayectoria percibida 7 y la trayectoria objetivo 6 pueden no coincidir, como muestra la Figura 3, donde la trayectoria percibida 7 (trazo discontinuo) es  
15 distinta de la trayectoria objetivo 6 o trayectoria deseada (trazo continuo) dependiendo, entre otros factores, del número de anillos y de la separación angular entre los puntos del mapa binaural.

De forma alternativa, en caso de disponer el dispositivo de capacidad de generar sonidos binaurales asociados a una dirección y distancia, el sistema podrá generar los sonidos binaurales concretos asociados a las posiciones  $S'$  relativas al usuario.

La Figura 4 muestra el uso de un mapa binaural formado por sonidos binaurales  $(S(A, \theta))$  que comprenden información indicativa de distancia en base a la amplitud ( $A$ ) y orientación ( $\theta$ ).  
25 Los sonidos binaurales  $S$  permiten guiar a un usuario 4, ubicado en una primera localización  $L1$ , por una trayectoria objetivo 6 definida por varios puntos de ruta,  $W_A$  y  $W_B$ . La primera localización  $L1$  queda definida por la orientación  $\alpha_1$  del dispositivo portátil 1 del usuario y por su posición geográfica  $(x_1, y_1)$  actual (la cual puede ser obtenida, por ejemplo, por un módulo de geolocalización o receptor GNSS integrado en el propio dispositivo portátil 1). La posición  
30 geográfica de la primera localización  $L1$  o de los puntos de ruta se puede obtener a partir de medios de navegación personal por satélite o a partir de datos cartográficos.

Los sonidos se muestran en forma de puntos formando dos anillos alrededor del dispositivo 1. Los sonidos situados en un mismo anillo comparten la misma información de amplitud ( $A$ )  
35 y se diferencian en la orientación ( $\theta$ ). Los distintos anillos permiten obtener sonidos con una

información de posición geográfica relativa asociada, mientras que la información de orientación  $\theta$  permiten obtener sonidos con una información de la orientación relativa asociada. El mapa binaural del ejemplo comprende sonidos con dos posibles amplitudes ( $d_A$ ;  $d_C$ ) y 7 posibles orientaciones  $-90^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $90^\circ$ , siendo dichos valores relativos respecto a la orientación y posición geográfica del dispositivo portátil 1. En una realización preferida se emplean desfases angulares de  $15^\circ$  en el mapa binaural, en lugar de desfases de  $30^\circ$ .

Para el caso mostrado en la Figura 4, el punto de ruta  $W_A (x_{WA}, y_{WA})$  forma un ángulo  $\alpha_A$  con el eje de ordenadas y está a una distancia  $d_A$  del mismo, de forma que el sonido binaural  $S'$  seleccionado es aquel cuya información de orientación ( $\theta$ ) asociada es más próxima a  $\alpha_A$  y cuya información de amplitud ( $A$ ) asociada es más próxima a  $d_A$ , en este caso, el sonido  $S(d_A, \theta=-30^\circ)$ ). Así mismo, el segundo punto de ruta  $W_B (x_{WB}, y_{WB})$  forma un ángulo  $\alpha_B$  con el eje de ordenadas y está a una distancia  $d_B$  del mismo, y el sonido binaural  $S'$  seleccionado es  $S(d_C, \theta=60^\circ)$ . La reproducción de ambos sonidos  $S(d_A, \theta=-30^\circ)$  y  $S(d_C, \theta=60^\circ)$  ofrece una sensación de trayectoria al usuario y permite una navegación más segura y cómoda para el usuario.

La trayectoria objetivo 6 puede venir definida de manera continua, como se muestra en la Figura 4, o alternativamente de manera discreta mediante uno o múltiples puntos de ruta, de forma que la unión o la interpolación (e.g. lineal, por splines, etc.) de dichos puntos de ruta definan una trayectoria objetivo a seguir. En el caso de que al dispositivo portátil 1 disponga de una trayectoria objetivo 6 continua, puede extraer de dicha trayectoria una serie de puntos de ruta sobre los que trabajar para obtener los sonidos binaurales  $S'$  a reproducir. Para el caso de que la trayectoria objetivo esté definida únicamente mediante una serie de puntos de ruta, estos son suministrados al dispositivo portátil 1, por ejemplo mediante comunicación inalámbrica o previamente almacenados en una memoria del dispositivo portátil 1.

En el ejemplo simplificado de la Figura 4, el dispositivo portátil 1 extrae dos puntos de ruta,  $W_A$  y  $W_B$ , de la trayectoria objetivo 6. Los puntos de ruta pueden venir definidos por su posición geográfica,  $W_A(x_{WA}, y_{WA})$   $W_B(x_{WB}, y_{WB})$ . Para cada punto de ruta ( $W_A, W_B$ ), el dispositivo móvil calcula, a partir de la posición geográfica del punto de ruta con respecto a la primera localización  $L1$ , la orientación relativa ( $\alpha_A, \alpha_B$ ) y la distancia relativa ( $d_A, d_B$ ) entre el punto de ruta y la primera localización  $L1$ . Finalmente, para orientar al usuario 4 el método de navegación personal obtiene y reproduce al menos un sonido binaural representativo de cada punto de ruta ( $W_A, W_B$ ) en unos auriculares estereofónicos 2, permitiendo así la navegación

del usuario 4 desde la primera localización (L1) hasta los distintos puntos de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ).

La orientación al usuario puede realizarse respecto a un único destino (empleando por ejemplo un único punto de ruta) o respecto a varios destinos o puntos de ruta consecutivos (por ejemplo,  $W_A$  y  $W_B$  en la Figura 4). Si se realiza respecto a varios puntos de ruta,  $W_A$  y  $W_B$ , el método calcula el rumbo relativo,  $R_A$  y  $R_B$ , respecto a cada uno de los destinos, obtiene el sonido binaural asociado a cada punto de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ) y los reproduce secuencialmente, por ejemplo primero el sonido binaural correspondiente al punto de ruta  $W_A$  (suponiendo que sea el primer destino a alcanzar por el usuario 4) y a continuación el sonido binaural correspondiente al punto de ruta  $W_B$ .

De esta forma el usuario 4 recibe acústicamente información de la ruta o trayectoria formada por una sucesión de  $N$  puntos de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ , ...,  $W_N$ ) que debe seguir para alcanzar los diferentes puntos de ruta (primero el punto de ruta  $W_A$ , a continuación el punto de ruta  $W_B$  y así sucesivamente hasta alcanzar el último punto de ruta  $W_N$ ). Para cada punto de ruta, el método obtiene un rumbo relativo entre el punto de ruta y la primera localización L1. Por rumbo relativo se entiende toda aquella información que sirve de ayuda para poder alcanzar dicho punto de ruta a partir de la primera localización. En una realización, el rumbo relativo incluye la información de la orientación relativa ( $\alpha_A$ ,  $\alpha_B$ , ...) entre la primera localización y el punto de ruta y la distancia relativa entre ambos.

En el ejemplo de la Figura 4, una vez se obtiene la orientación relativa ( $\alpha_A$ ,  $\alpha_B$ ) y la distancia relativa ( $d_A$ ,  $d_B$ ) de cada punto de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ), se utiliza un mapa binaural formado por múltiples sonidos binaurales  $S$  asociados a una distancia y una orientación relativa  $\theta$  para seleccionar el sonido binaural a reproducir  $S'$  más apropiado (preferiblemente el más próximo). En la selección se puede emplear cualquier método matemático conocido para que el error o la distancia sea mínima. Así, en el ejemplo de la Figura 4, los sonidos binaurales seleccionados para reproducir son  $S'(d_A, \theta_{-30^\circ})$ , sonido binaural que reproduce una distancia relativa  $d_A$  (misma distancia al punto de ruta  $W_A$ ) y una orientación relativa de  $-30^\circ$ , y  $S'(d_C, \theta_{60^\circ})$ , sonido binaural que reproduce una distancia relativa  $d_C$  (próxima a  $d_B$ , la distancia al punto de ruta  $W_B$ ) y una orientación relativa de  $+60^\circ$ . De esta forma, la trayectoria percibida por el usuario 4 pasaría por los puntos representados por los sonidos binaurales,  $S'(d_A, \theta_{-30^\circ})$  y  $S'(d_C, \theta_{60^\circ})$ , próximos a los puntos de ruta  $W_A$  y  $W_B$  y a la trayectoria objetivo 6.

En el caso de utilizar una trayectoria objetivo 6 continua, como la mostrada en la Figura 4, se

puede mejorar la precisión de la trayectoria percibida 7 por el usuario obteniendo más puntos de ruta de la trayectoria objetivo 6. Como se aprecia en la Figura 4, con únicamente dos puntos de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ) la trayectoria percibida 7 puede diferir bastante en algunos tramos con respecto a la trayectoria objetivo 6. La precisión de la trayectoria percibida 7 también puede

5 mejorar sustancialmente ampliando el número de sonidos binaurales del mapa binaural empleado, ya sea mediante sonidos binaurales con menor desfase angular entre ellos (por ejemplo, sonidos desfasados  $15^\circ$  en lugar de los  $30^\circ$  de desfase del mapa binaural de la Figura 4) o con menor distancia radial entre ellos (por ejemplo, utilizando cuatro anillos de sonidos binaurales más próximos entre ellos, en lugar de los dos únicos anillos utilizados en el mapa

10 binaural de la Figura 4).

La precisión de la trayectoria percibida 7 puede mejorar aún más si en lugar de utilizar un mapa binaural con un número predeterminado de sonidos binaurales  $S$ , el dispositivo portátil genera el propio sonido binaural en función de la orientación relativa ( $\alpha_A$ ,  $\alpha_B$ ) y la distancia

15 relativa ( $d_A$ ,  $d_B$ ) calculadas. Así, la distancia se puede establecer por ejemplo mediante una relación directa con la amplitud de la onda sonora generada: a mayor volumen del sonido binaural la distancia relativa es menor, pudiendo establecer diferentes relaciones matemáticas entre volumen y distancia (e.g. escala logarítmica, relación directa, etc). Se puede utilizar una etapa previa de calibración de la amplitud del sonido, para que el usuario 4 pueda tener una

20 mejor estimación de la distancia real en base al volumen del sonido binaural  $S'$  reproducido.

En base a la orientación relativa calculada, el dispositivo puede generar también un sonido binaural asociado a sonidos diferentes, reforzando así la capacidad de que el usuario asocie de forma intuitiva y diferencial un sonido con una orientación. De este modo por ejemplo a un

25 sonido binaural asociado a un tono más agudo podría asociarse a ángulos relativos más amplios de modo que el sonido asociado a  $W_A$  en en cao de la figura 4 sería un sonido binaural algo más grave que el sonido binaural asociado al punto  $W_B$ , o se podría asociar un tono diferente a sonidos asociados al sonido central reforzando la percepción del usuario cuando su dirección le dirige directamente hacia el punto de destino. A medida que el usuario va

30 avanzando, la orientación y distancia relativa del punto destino va variando, de modo que el sonido asociado a este punto irá variando. De este modo también será posible variar la frecuencia con la que se reproducen los sonidos asociados a un punto en función de su orientación relativa al usuario para mejorar la percepción y el tiempo de respuesta del usuario. De esta forma por ejemplo el sonido asociado al punto  $W_A$  de la figura 4 se irá recalculando

35 y se reproducirá de forma intermitente mientras el usuario se oreinta en su dirección y se

desplaza para alcanzarlo pero esta intermitencia podría reducirse en el tiempo, reproduciéndose el sonido con una mayor frecuencia temporal, si el punto corresponde a un ángulo relativo más alto. De este modo se aporta una mejor percepción al usuario de la orientación relativa del punto de destino y de la necesidad de girar en la dirección del sonido hasta alcanzar la dirección adecuada que le orienta hacia éste.

Los tonos, timbres o estructuras de los sonidos binaurales empleados pueden ser de muy diversa índole, por ejemplo unos pitidos cortos, chasquidos, tintineos, etc. Combinando todas las modificaciones se puede obtener un sonido binaural que contiene información sobre la orientación relativa y la distancia relativa a la que se sitúa el punto representado por el sonido binaural representado  $S'$  con respecto a la primera localización  $L1$  (i.e. con respecto al dispositivo portátil 1 del usuario 4 que escucha el sonido binaural  $S'$ ).

Como se muestra en el ejemplo de la Figura 4, el cálculo de la posición geográfica relativa puede comprender, para cada uno de los puntos de ruta ( $W_A, W_B$ ), generar un sistema de coordenadas cartesianas de dos ejes, donde la posición geográfica actual ( $x_1, y_1$ ) del dispositivo portátil 1 coincide con el origen de coordenadas, y el eje de ordenadas con la orientación  $\alpha_1$  de la primera localización  $L1$ . Para el cálculo de la posición geográfica de los puntos de ruta se puede emplear un sistema de coordenadas cartesianas de dos ejes  $X$  e  $Y$ , pero también se pueden considerar otros sistemas diferentes de posicionamiento, como por ejemplo coordenadas polares. Así mismo, también se puede emplear un sistema cartesiano de tres ejes o coordenadas esféricas para considerar una tercera dimensión (la altura), pudiendo de esta forma proporcionar percepción en altura.

Los sonidos binaurales pueden categorizarse o variar también aunque en función de otros parámetros no específicos de la navegación pero que contribuyen a mejorar la experiencia y seguridad del usuario, como por ejemplo la tipología del terreno o la dificultad o riesgos asociados al recorrido entre otros. Así mismo, se pueden establecer sonidos binaurales para identificar y reconocer la posición concreta de elementos del entorno aunque estos no sean puntos específicos de la trayectoria, permitiendo marcar y localizar puntos de interés de carácter general (instalaciones, infraestructuras, etc.) o puntos de interés que faciliten la navegación del usuario (cambio en el tipo de firme, tipo de terreno, obstáculos, etc.). La información asociada a estos puntos puede verse reforzada con información digital que pueda reproducirse y aportar una descripción más completa del elemento.

35

En los casos de la Figura 2 y de la Figura 4, el sonido binaural se obtiene mediante la selección de aquel sonido del mapa binaural cuya posición sea más próxima a la orientación relativa y a la distancia relativa que se quiere dar a percibir al usuario. Sin embargo, según otra realización, el sonido binaural se obtiene mediante la generación del sonido binaural se realiza de forma digital y a partir de la orientación relativa y de la distancia relativa calculada. En esta realización la trayectoria percibida 7 y la trayectoria objetiva 6 coincidirían.

Tal y como muestra la Figura 5, a medida que el usuario se desplaza por la trayectoria se van activando puntos distintos del mapa binaural que hacen que el usuario vaya siguiendo la trayectoria prevista, por ello, en función de la posición y el avance del usuario, puede ocurrir que los sonidos seleccionados varíen a lo largo de una trayectoria. Por ello, el método de navegación calcula dinámicamente la información indicativa de la primera localización L1. La Figura 5 muestra la localización del usuario 4 en dos instantes de tiempo diferentes, T0 y T1 (con  $T1 > T0$ ).

De forma preferente, el dispositivo que ejecuta el método tiene capacidad para almacenar el recorrido concreto o trayectoria objetivo 6 que el usuario quiera recorrer. La trayectoria objetivo 6 está expresada como una secuencia de puntos de ruta W, con coordenadas geográficas determinadas. Así, tal y como muestra la Figura 6 la localización de los puntos de ruta W ( $W = \{W_A, W_B, W_C, \dots, W_N\}$ ) puede obtenerse mediante un acceso a una memoria del dispositivo portátil 1 y/o mediante una recepción inalámbrica de la misma por parte de un receptor inalámbrico 15 (e.g. módulo 3G/4G, módulo WiFi, módulo Bluetooth, etc.), enviado por ejemplo a través de un servidor 9 o incluso otro dispositivo. El grabado de las localizaciones de los puntos de ruta W puede realizarse por parte de un usuario que previamente ha realizado el recorrido y lo ha almacenado periódicamente durante la realización, o a partir de datos cartográficos u otras aplicaciones. Una vez fijada la trayectoria objetivo 6 con el punto o puntos de ruta W a alcanzar, el usuario puede navegar de forma cómoda y segura mediante un sistema de navegación personal de acuerdo a la presente invención. El sistema de navegación comprende el dispositivo portátil 1 que a su comprende un procesador 14 configurado para ejecutar las etapas del método de navegación personal y unos auriculares estereofónicos 2 para reproducir los sonidos binaurales S'. Preferentemente, el dispositivo portátil 1 se implementa en un teléfono móvil.

Preferentemente, los auriculares estereofónicos son de transmisión ósea o auriculares abiertos, que no bloquean el canal auditivo, para poder transmitir el sonido binaural al oído

interno pero sin bloquear el canal auditivo, permitiendo la escucha simultanea e ininterrumpida del sonido ambiente, y aportando una solución de navegación mediante realidad acústica aumentada, es decir, aumentando el sonido ambiente con estímulos sensoriales acústicos y binaurales sencillos que ayudan al usuario a percibir de una forma intuitiva y eficaz la dirección que debe seguir, superponiendo estos estímulos acústicos binaurales sobre el sonido ambiente. La compatibilidad del sonido de guiado con el sonido ambiente implica la necesidad de seleccionar sonidos que no interfieran y puedan discriminarse de forma intuitiva por el usuario, de este modo por ejemplo un tintineo de campana puede ser adecuado para un entorno más ruidosos, como por ejemplo un entorno urbano o semiurbano, pero un chasquido sencillo puede ser suficiente para un entorno tranquilo, como por ejemplo un parque urbano o un entorno natural retirado.

El dispositivo portátil 1 también comprende un módulo de geolocalización 17 (e.g. un receptor GNSS) y un detector de orientación 19 (e.g. magnetómetro, acelerómetro y/o giróscopo) para obtener, respectivamente, la posición  $(x_1, y_1)$  y la orientación  $\alpha_1$  de la primera localización L1 del dispositivo portátil 1.

En la realización mostrada en la Figura 6, el dispositivo portátil comprende un repositorio de sonidos binaurales 18, que puede formar parte de una memoria interna del dispositivo (que puede ser la misma memoria 13 donde se pueden almacenar los puntos de ruta  $W$ , como se muestra en la Figura 6), donde se almacenan sonidos binaurales  $S$  de un mapa binaural. En esta realización, a partir de dichos sonidos binaurales  $S$  almacenados, el procesador 4 realiza una búsqueda y selección de los sonidos binaurales  $S'$  que se aproximan más a los puntos de ruta  $W$ , para a continuación recuperarlos y reproducirlos secuencialmente. En otra realización, los sonidos binaurales no son almacenados en un repositorio 18. En su lugar, el procesador se encarga de generar o sintetizar dichos sonidos binaurales  $S'$  en base a las distancias relativas ( $d_A, d_B$ ) y orientaciones relativas ( $\alpha_A, \alpha_B$ ) calculadas para cada punto de ruta ( $W_A, W_B$ ), tal y como se ha explicado anteriormente. El dispositivo portátil 1 envía finalmente los sonidos binaurales  $S'$  a reproducir a los auriculares 2.

La invención contempla la posibilidad de que los sonidos binaurales puedan ser del mismo tipo o de distinto, y puedan reproducirse con el mismo o distinto volumen o cadencia para reforzar la percepción de determinadas orientaciones o de cambios de trayectoria, o de distancias. Así, los sonidos pueden ser puntuales y discretos o continuos, dando una percepción discreta o continua de la trayectoria. Además, se contempla la posibilidad de que

el usuario pueda seleccionar uno u otro conjunto de sonidos binaurales o mapas binaurales, o parámetros de reproducción de los sonidos, en función de sus preferencias y del entorno acústico.

5 Preferentemente, los sonidos binaurales son estímulos acústicos sencillos, representando una fuente de sonido situada en una posición determinada respecto de la posición del usuario, no obstante, los sonidos binaurales también pueden ser sonidos complejos, del tipo música, manteniendo la percepción espacial a partir de su característica y reproducción binaural. El dispositivo portátil 1 puede utilizar música que se binauraliza en función de la trayectoria  
10 objetivo 6 a seguir, de modo que el usuario percibe la música como si viniese de la orientación que debe llevar. Es similar a utilizar sonidos binaurales discretos, salvo que en este caso lo que oye el usuario 4 es una música continua que en cada momento se procesa para que el usuario 4 la perciba viniendo de uno u otro sitio según la trayectoria objetivo 6 a seguir.

15 Los auriculares estereofónicos 2 pueden ser alámbricos o inalámbricos. En el primer caso, un cable conecta el dispositivo portátil 1 con los auriculares. En el segundo caso, ambos dispositivos se comunican inalámbricamente, por ejemplo mediante Bluetooth o BLE.

En una realización opcional, el dispositivo portátil 1 no es portado directamente por el usuario  
20 4, sino por ejemplo por un animal de compañía. Esto puede ser útil en el caso de un invidente acompañado de un perro guía. En este caso, el dispositivo portátil 1 puede estar sujeto directamente al perro guía, y los sonidos binaurales S' a reproducir pueden ser enviados alámbrica o inalámbricamente desde el dispositivo portátil a los auriculares estereofónicos 2. Como el invidente controla cuál es la orientación del perro guía, la información suministrada  
25 por los sonidos binaurales S' reproducidos es totalmente útil.

En otra realización, el dispositivo portátil 1 integrado puede estar integrado en los propios auriculares estereofónicos 2, formando ambos una unidad integral.

30 En una realización, los auriculares estereofónicos utilizan transmisión ósea, y se apoyan en la parte anterior de las orejas, en la cabeza. Este tipo de auriculares transmiten el sonido de forma que llega al oído como si llegase a través de auriculares normales, pero con la ventaja de que mantienen abierto el canal auditivo y el usuario puede percibir el sonido ambiente además de percibir el sonido binaural, proporcionando una realidad acústica aumentada. De  
35 este modo el sonido binaural aporta una capa de realidad acústica aumentada sobre el

entorno.

Finalmente, a la vista de esta descripción y figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero  
5 que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes, sin salir del objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

## REIVINDICACIONES

1. Método de navegación personal mediante sonido binaural, **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas:
  - 5 obtener una primera localización (L1) que comprende información indicativa de la posición ( $x_1, y_1$ ) y la orientación ( $\alpha_1$ ) de un dispositivo portátil (1);  
obtener la localización ( $x_{WA}, y_{WA}; x_{WB}, y_{WB}$ ) de al menos un punto de ruta ( $W_A, W_B$ ) de una trayectoria objetivo (6);  
calcular la orientación relativa ( $\alpha_A, \alpha_B$ ) y la distancia relativa ( $d_A, d_B$ ) existente entre la  
10 primera localización (L1) y el al menos un punto de ruta ( $W_A, W_B$ );  
obtener al menos un sonido binaural (S') asociado a cada punto de ruta ( $W_A, W_B$ ); y  
reproducir el al menos un sonido binaural (S') en unos auriculares estereofónicos (2).
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que la obtención de la primera  
15 localización (L1) se obtiene a partir de un sistema de orientación autónomo y un sistema de geolocalización incluido en el propio dispositivo portátil (1).
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los puntos de ruta ( $W_A, W_B$ ) están almacenados localmente en el propio dispositivo portátil (1).  
20
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que los puntos de ruta ( $W_A, W_B$ ) se transmiten inalámbricamente al dispositivo portátil (1).
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que  
25 comprende obtener una trayectoria objetivo (6) y extraer puntos de ruta ( $W_A, W_B$ ) de la trayectoria objetivo (6).
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la obtención del al menos un sonido binaural (S') comprende seleccionar, de entre una pluralidad  
30 de sonidos binaurales (S) almacenados con información indicativa de la orientación relativa ( $\theta$ ) y la distancia relativa (d) de cada sonido, el sonido binaural (S') más próximo a cada punto de ruta ( $W_A, W_B$ ).
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado por que** la obtención  
35 del al menos un sonido binaural comprende generar un sonido binaural (S') asociado a cada

punto de ruta ( $W_A, W_B$ ) a partir de la orientación relativa ( $\alpha_A, \alpha_B$ ) y la distancia relativa ( $d_A, d_B$ ) calculadas.

5 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la reproducción de sonidos binaurales ( $S'$ ) se realiza de manera secuencial teniendo en cuenta la nueva posición y orientación del usuario en su desplazamiento.

10 9- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la navegación de la ruta se realiza a partir de establecer una selección, preferencia y orden de los puntos de la ruta adecuados a la posición o intereses del usuario.

15 10- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la ruta a recorrer es calculada a partir de un planificador de rutas que utiliza la información de origen y destino del recorrido, la información de los tramos o recorridos disponibles y parámetros de cálculo seleccionables por el usuario, para realizar el cálculo de la ruta.

11. Sistema de navegación personal mediante sonido binaural, **caracterizado por que** comprende unos auriculares estereofónicos (2) y un dispositivo portátil (1) que comprende:

- un módulo de geolocalización (17) configurado para obtener la posición ( $x_1, y_1$ ) del dispositivo portátil (1);
- un detector de orientación (19) configurado para obtener la orientación ( $\alpha_1$ ) del dispositivo portátil (1);
- un procesador (14) configurado para:
  - obtener una primera localización (L1) con información indicativa de la posición ( $x_1, y_1$ ) y la orientación ( $\alpha_1$ ) del dispositivo portátil (1);
  - obtener la localización ( $x_{WA}, y_{WA}; x_{WB}, y_{WB}$ ) de al menos un punto de ruta ( $W_A, W_B$ ) de una trayectoria objetivo (6);
  - calcular la orientación relativa ( $\alpha_A, \alpha_B$ ) y la distancia relativa ( $d_A, d_B$ ) existente entre la primera localización (L1) y el al menos un punto de ruta ( $W_A, W_B$ );
  - obtener al menos un sonido binaural ( $S'$ ) asociado a cada punto de ruta ( $W_A, W_B$ ); y
  - reproducir el al menos un sonido binaural en los auriculares estereofónicos (2).

20  
25  
30

12. Sistema según la reivindicación 11, **caracterizado por que** el dispositivo portátil (1) comprende un repositorio (18) de sonidos binaurales con información indicativa de la

35

orientación relativa ( $\theta$ ) y la distancia relativa ( $d$ ) de cada sonido, estando el procesador (4) configurado para obtener al menos un sonido binaural ( $S'$ ) mediante el acceso a dicho repositorio (18) y selección del sonido binaural ( $S'$ ) más próximo a cada punto de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ).

5

13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, **caracterizado por que** el dispositivo portátil (1) comprende un receptor inalámbrico (15) a través del cual está configurado para obtener la localización ( $x_{WA}$ ,  $y_{WA}$ ;  $x_{WB}$ ,  $y_{WB}$ ) del al menos un punto de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ).

10

14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por que** el dispositivo portátil (1) comprende una memoria (13) que almacena la localización ( $x_{WA}$ ,  $y_{WA}$ ;  $x_{WB}$ ,  $y_{WB}$ ) del al menos un punto de ruta ( $W_A$ ,  $W_B$ ).

15

15. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado por que** el dispositivo portátil (1) es un teléfono inteligente.

16. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 11a 15, **caracterizado por que** el dispositivo portátil (1) está integrado en los auriculares estereofónicos (2).

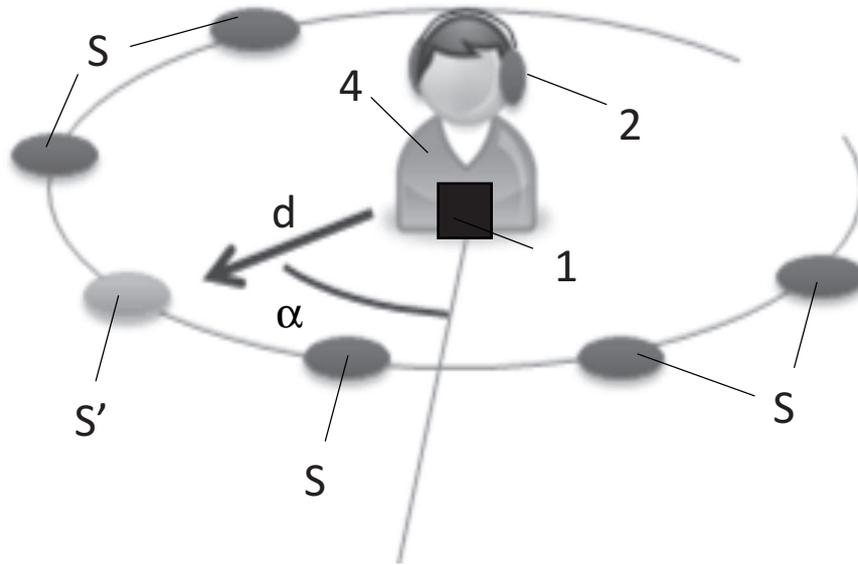


Fig. 1

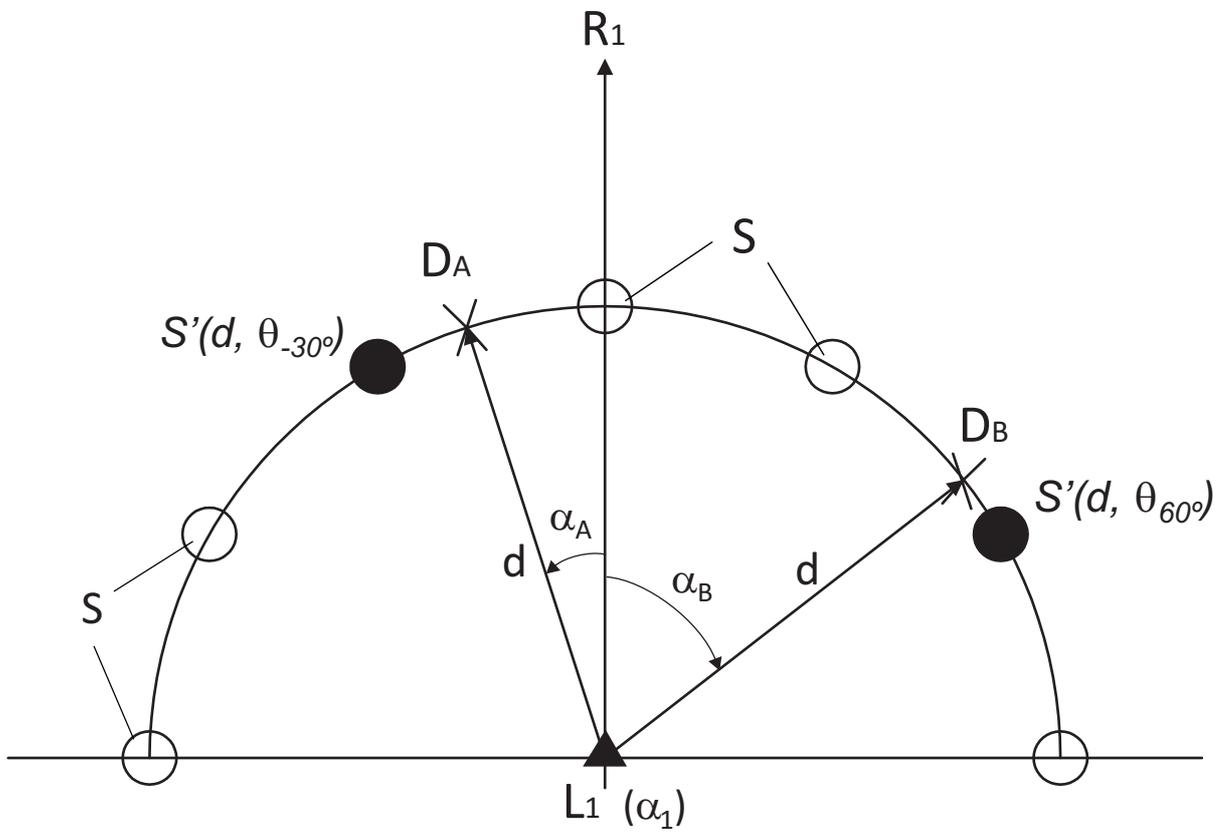


Fig. 2

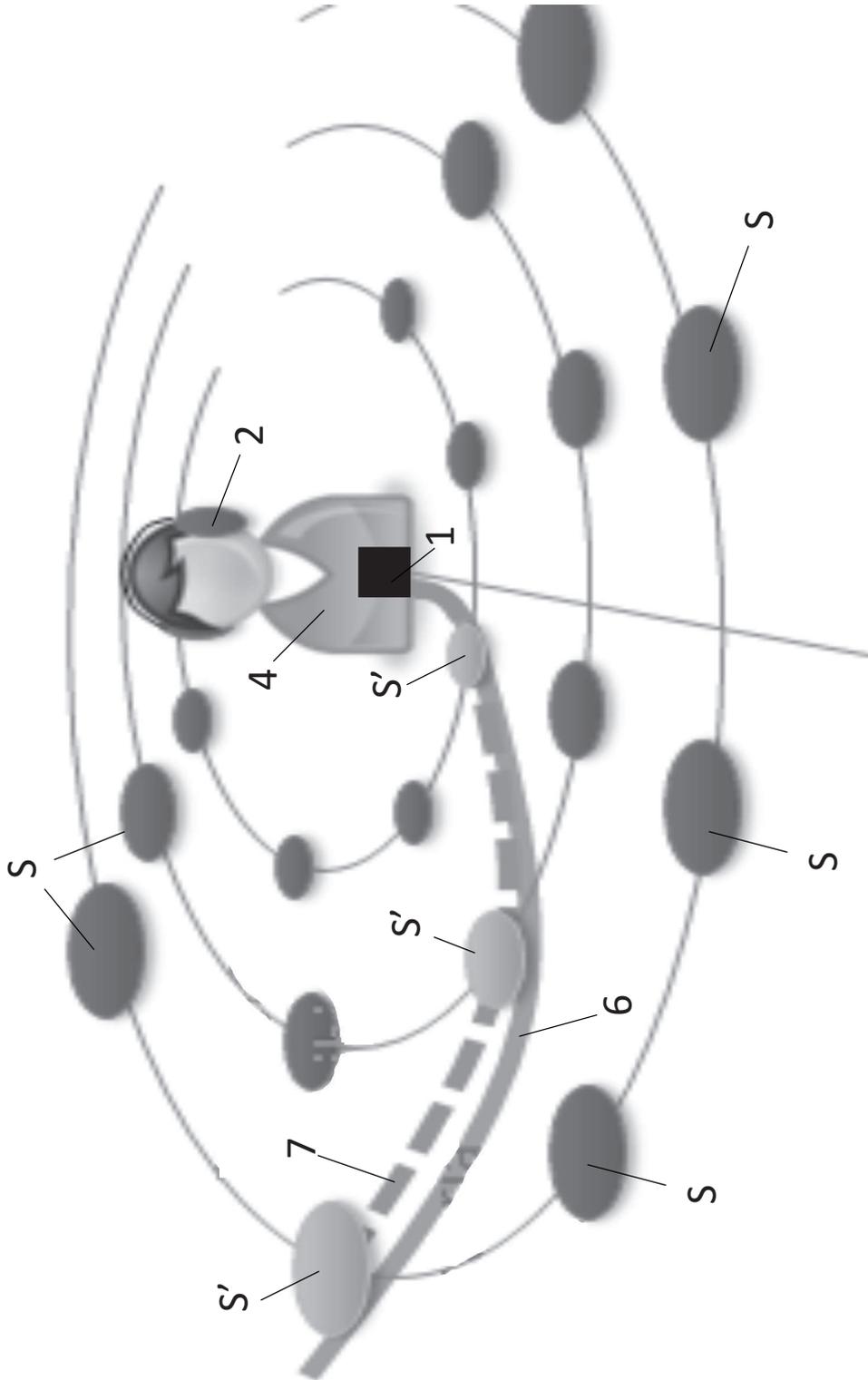


Fig. 3

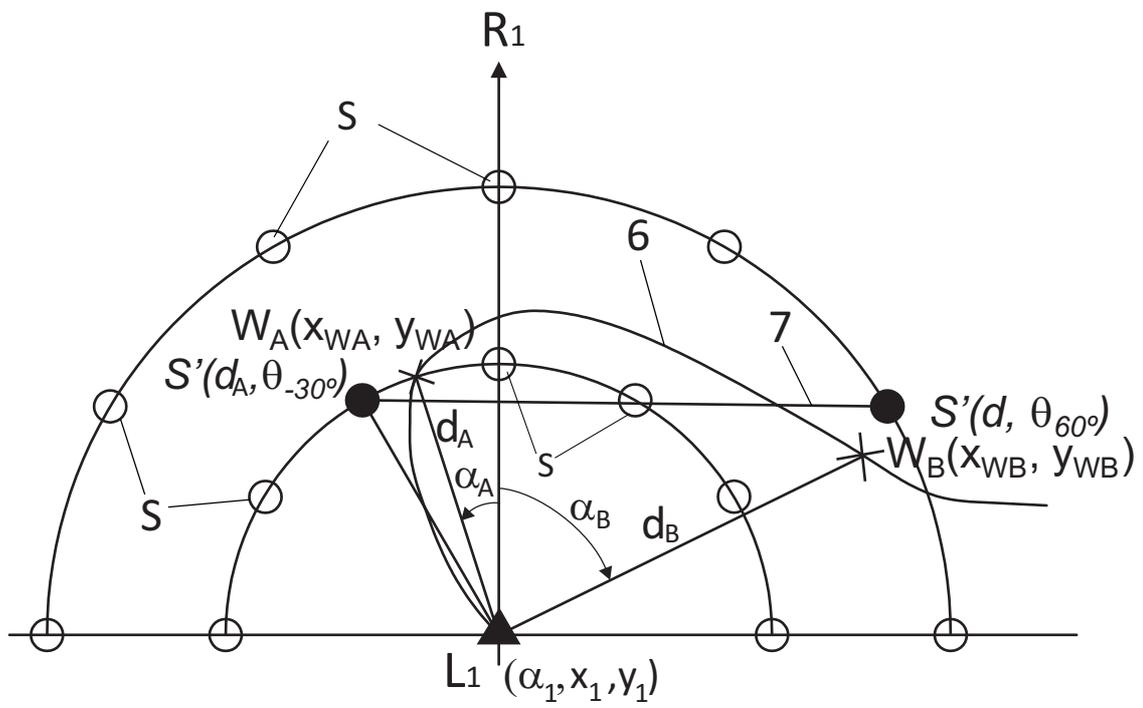


Fig. 4

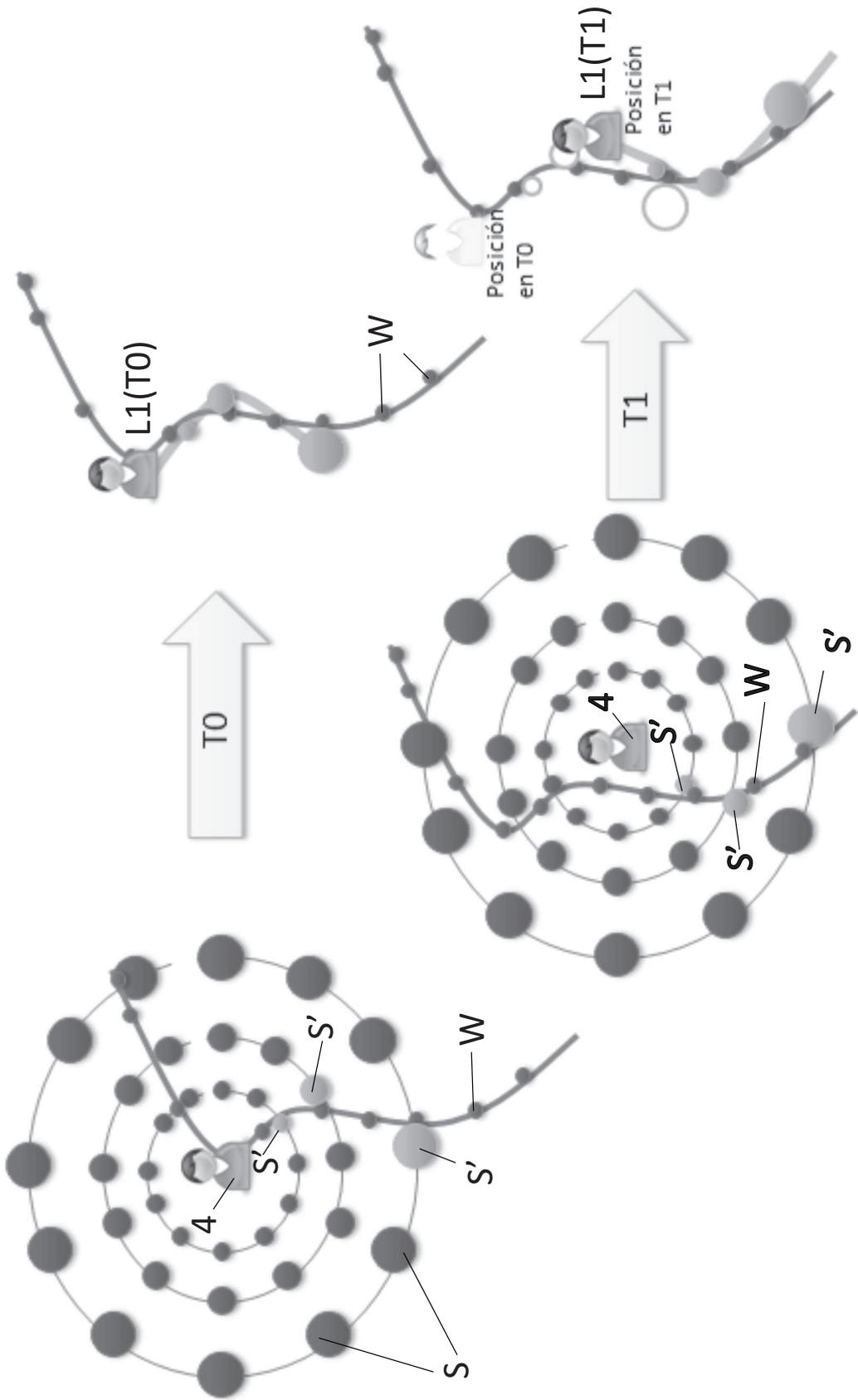


Fig. 5

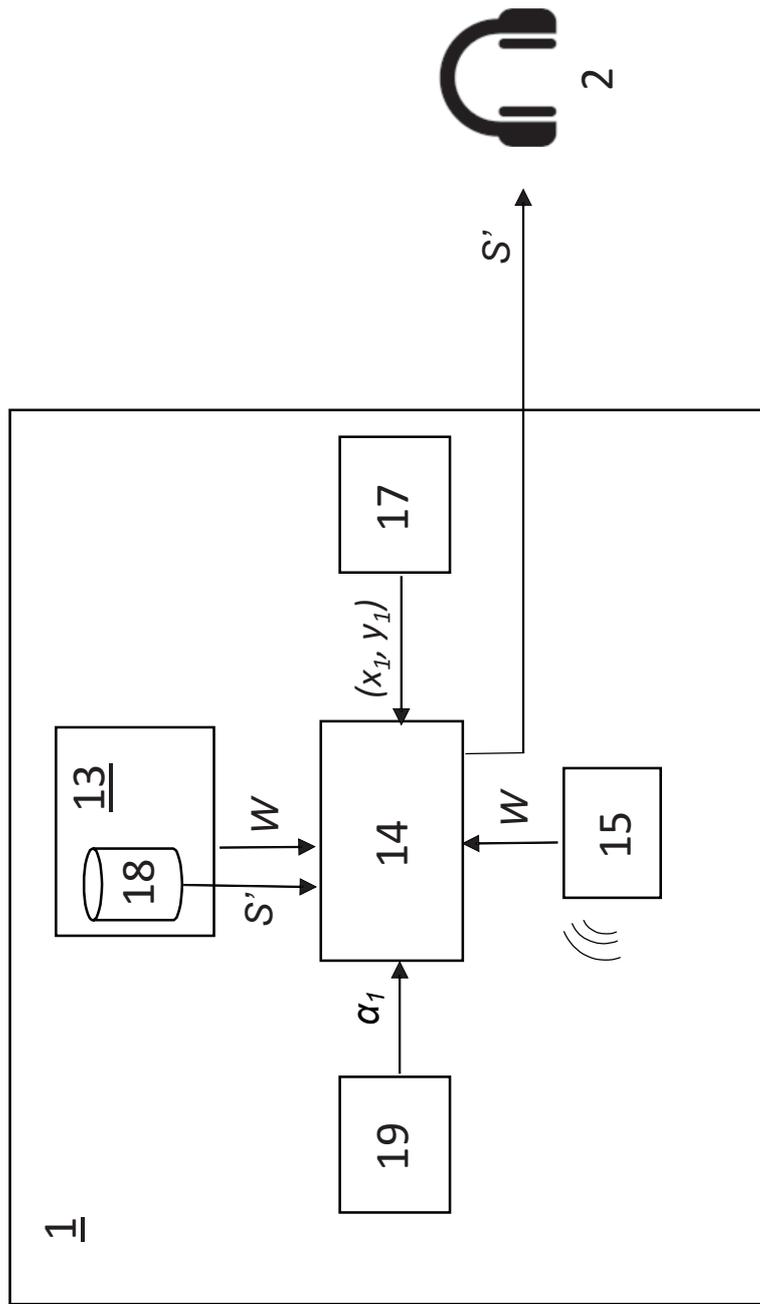


Fig. 6



- ②① N.º solicitud: 201830852  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.08.2018  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 2669634 A1 (GN STORE NORD AS) 04/12/2013, Párrafos 0007, 0031-0040, 0050, 0054, 0057, 0058, 0086-0092, 0096, 0104-0115	1-5, 7-11, 13-16
Y		6, 12
X	US 6069585 A (LANCIAUX JACQUES) 30/05/2000, Reivindicaciones	1-5, 7-11, 13-16
Y		6, 12
Y	LEE TAE HOON et al. Binaural navigation for the visually impaired with a smartphone. ICMC 2015 - University of North Texas, 01/10/2015, Páginas 286-289 [en línea][recuperado el 01/04/2019]. Recuperado de Internet <URL: <a href="https://www.researchgate.net/publication/282252923_Binaural_Navigation_for_the_Visually_Impaired_wit_h_a_Smartphone">https://www.researchgate.net/publication/282252923_Binaural_Navigation_for_the_Visually_Impaired_wit_h_a_Smartphone</a> >. Todo el documento	6, 12
A	US 9464912 B1 (GOOGLE INC.) 11/10/2016	1-16
A	EP 2720001 A1 (GN STORE NORD AS) 16/04/2014	1-16

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  
12.04.2019

Examinador  
F. Diaz Madrigal

Página  
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G01C21/36** (2006.01)

**G01C21/34** (2006.01)

**G01C21/20** (2006.01)

**G01S3/14** (2006.01)

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

G01C, G01S

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, Internet