

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 248**

51 Int. Cl.:

**G01S 19/49** (2010.01)  
**A63B 29/02** (2006.01)  
**A61B 5/00** (2006.01)  
**G01S 5/02** (2010.01)  
**G01S 5/18** (2006.01)  
**G01S 5/30** (2006.01)  
**G01S 19/51** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2015** **E 15307136 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019** **EP 3185043**

54 Título: **Dispositivo, método y sistema de ayuda en la recuperación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.04.2020**

73 Titular/es:  
**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(100.0%)  
2, Place Maurice Quentin  
75039 Paris Cedex 01, FR**

72 Inventor/es:  
**MARMET, FRANÇOIS-XAVIER;  
RIES, LIONEL;  
BEAS-GARCIA, JACQUES;  
SCOT, GAEL y  
AUBAULT, MARION**

74 Agente/Representante:  
**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 756 248 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo, método y sistema de ayuda en la recuperación.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un dispositivo, a un método y a un sistema para detectar y localizar a personas, animales u objetos/elementos. Más específicamente, la invención es aplicable al rescate de personas enterradas bajo avalanchas de nieve, atrapadas bajo escombros como resultado de un terremoto o un tsunami, o pérdidas tras un vuelco de barco.

**Antecedentes**

Como primer ejemplo de antecedentes, cada año varias personas mueren víctimas de avalanchas de nieve. La probabilidad de supervivencia para una víctima enterrada en la nieve está estrechamente relacionada con el tiempo que se tarda en encontrarla.

En el estado de la técnica, se utilizan esencialmente dos dispositivos para localizar a víctimas de avalanchas: el sistema ARB (baliza de rescate en avalanchas) y el RECCO.

Un sistema ARB (baliza de rescate en avalanchas) o ARVA (aparato de rescate de víctimas de avalancha) o DVA (detector de víctimas de avalancha) consiste en un transmisor-receptor por radiofrecuencia que utiliza una onda de radiofrecuencia a 457 kHz. En modo de emisión, puede localizarse a la persona que lleva puesto el dispositivo. El mismo dispositivo se utiliza en el modo receptor para localizar a la víctima enterrada en la nieve por rescatistas o cualquier persona que participa en la búsqueda.

El sistema RECCO™ se basa en radar armónico y transmite a aproximadamente 1,8 GHz. Este sistema se divide en dos partes. Los equipos de rescate están equipados con transmisores RECCO que emiten una señal direccional. El reflector RECCO que llevan puesto las potenciales víctimas refleja la señal y la devuelve al receptor/transmisor.

Los sistemas tanto ARVA como RECCO emiten una señal y la localización se logra basándose en la señal de potencia. Cada dispositivo requiere una formación y aprendizaje específicos de técnicas de búsqueda (métodos de triangulación o dicotomía). Y, además, están técnicamente limitados en cuanto al alcance y la exactitud, por tanto, requieren tiempo y un gran equipo de rescate para encontrar a la víctima.

Se conoce otro sistema con el nombre SICRA (SICRA: a GNSS cooperative system for avalanche rescue, IEEE 2012), un sistema cooperativo de GNSS para el rescate en avalanchas. Este sistema integra las tecnologías de navegación de GNSS, las redes cooperativas y un sistema de control para planificar las acciones del equipo de rescate. Adquiriendo la posición de cada elemento en el sistema, el sistema genera la distancia relativa en la nieve entre la víctima enterrada y los rescatistas y da la dirección que tiene que seguir el rescatista para encontrar a la víctima. El sistema utiliza únicamente posicionamiento por GPS lo cual da como resultado una exactitud reducida de la ubicación de la víctima. Además, el sistema no funciona en caso de pérdida de la señal de GPS por un motivo u otro.

Otro sistema se basa únicamente en receptores de HSGPS (sistema de posicionamiento global de alta sensibilidad) (GPS tracking performance under avalanche deposited snow, 2006) para localizar a víctimas de avalancha a profundidades de nieve de dos metros y más. Este sistema rastrea señales de GPS más débiles a través de nieve de avalancha. La señal de GPS desde el satélite hasta el receptor enterrado bajo la nieve de avalancha puede seguir varios trayectos diferentes dependiendo de la refracción y dispersión cuando la señal se encuentra con la nieve. Por tanto, las reflexiones de múltiples trayectos reducen la exactitud de posición y la precisión de la localización de la víctima, y por tanto este sistema todavía no es apto para identificar rápidamente la posición de la persona completamente atrapada bajo avalanchas de nieve.

Otros ejemplos de situaciones con las mismas dificultades para localizar a personas, animales u objetos son: terremotos, inundaciones, incluyendo tsunamis, accidentes de barco y pérdidas de buceadores. Algunos de los mismos sistemas de la técnica anterior pueden utilizarse ocasionalmente para intentar localizar a las víctimas, notablemente receptores de GNSS. Pero todavía son útiles hasta un menor grado, dado que estas víctimas pocas veces están previamente equipadas con un dispositivo específico. Además, en el agua o bajo una cantidad significativa de rocas desplazadas, estas técnicas pocas veces funcionarán.

Por tanto, los sistemas y métodos de la técnica anterior presentan limitaciones significativas en vista de los problemas que se encuentran. Por tanto, existe una necesidad de nuevas técnicas o métodos para encontrar a una víctima en un tiempo limitado con una mejor exactitud.

La solicitud de patente estadounidense publicada con el número US2013/278416 proporciona alguna mitigación a

estos inconvenientes de la técnica anterior, pero todavía se necesitan algunas mejoras, notablemente para obtener una determinación más rápida y exacta aprovechando una combinación de determinación de posición absoluta y determinación de posición relativa de dispositivos portados por el equipo de rescate.

5 La presente invención divulga una solución para superar los inconvenientes anteriormente citados.

### Sumario de la invención

10 Un propósito de la presente invención es satisfacer esta necesidad. Para ello, la invención divulga notablemente un dispositivo que va a llevarse puesto por personas, animales u objetos que es probable que estén en una situación que necesite recuperación y que está configurado para uno o más de entre emitir y recibir señales portadoras de diferentes formas de onda. También puede utilizarse un dispositivo idéntico por personas que es probable que estén en una situación de ayudar en la recuperación.

15 Para ello, se proporcionan un dispositivo y un método de ayuda en la recuperación respectivos, tal como se expone en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se reivindican formas de realización de la invención.

20 Ventajosamente, en el que la unidad de cálculo de posición comprende un receptor de GNSS.

Ventajosamente, la unidad de cálculo de posición comprende asimismo unos sensores de movimiento.

25 Ventajosamente, la unidad de cálculo de posición y la unidad lógica están configuradas para calcular una posición actual de dicho dispositivo a partir de una posición anterior determinada por el receptor de GNSS a un umbral de confianza y medidas de sensores de movimiento desde esta posición anterior hasta la posición actual en la que se determina que el movimiento es nulo.

30 Ventajosamente, la unidad de cálculo de posición está configurada para determinar una posición de la una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales a una precisión de o mejor que 50 cm.

Ventajosamente, por lo menos una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales está configurada para determinar un ángulo de llegada de la señal portadora.

35 Ventajosamente, la unidad lógica está configurada además para determinar una segunda zona de recuperación de una de entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales a partir de una combinación de una de entre una segunda posición de la misma primera otra unidad de procesamiento de señales o una posición de una segunda otra unidad de procesamiento de señales, y una segunda distancia de propagación entre dicha una de entre la unidad de procesamiento de señales o dicha  
40 segunda posición de la misma primera otra unidad de procesamiento de señales o dicha posición de una segunda otra unidad de procesamiento de señales.

45 Ventajosamente, la unidad lógica está configurada además para combinar la primera zona de recuperación y la segunda zona de recuperación para determinar unos puntos de recuperación probable de la una de entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales en intersecciones de la primera zona de recuperación y la segunda zona de recuperación.

50 Ventajosamente, la unidad lógica está configurada además para desambiguar los puntos de recuperación probable haciendo que se provoque que la una de entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales, y una segunda otra unidad de procesamiento de señales se ubiquen en ubicaciones predefinidas.

55 Ventajosamente, la unidad lógica está configurada además para calcular una posición de dicho dispositivo de ayuda en la recuperación a partir de una o más combinaciones de una posición absoluta de otro dispositivo de ayuda en la recuperación y una distancia entre dicho dispositivo de ayuda en la recuperación y dicho otro dispositivo de ayuda en la recuperación.

60 Ventajosamente, la unidad lógica está configurada asimismo para transmitir su posición calculada a uno o más de entre otros dispositivos de ayuda en la recuperación.

Ventajosamente, el material en un estado no gaseoso comprende uno o más de entre nieve, rocas o materiales de construcción y la unidad de procesamiento de señales está configurada para uno o más de entre transmitir o recibir una o más de señales portadoras Wi-Fi o Bluetooth.

65 Ventajosamente, la unidad de procesamiento de señales está configurada además para uno o más de entre recibir o transmitir una o más de señales Wi-Fi o Bluetooth moduladas mediante un código configurado para calcular uno

o más de entre una hora de llegada, un ángulo de llegada o una intensidad de señal de las señales.

Ventajosamente, el material en un estado no gaseoso comprende agua y la unidad de procesamiento de señales está configurada para uno o más de entre transmitir o recibir señales portadoras de ondas acústicas.

5 Ventajosamente, el dispositivo de ayuda en la recuperación de la invención comprende además un transductor de sonar añadido y un módulo de procesamiento de señales.

10 Ventajosamente, el dispositivo de ayuda en la recuperación de la invención comprende además un módem configurado para uno o más de entre modular o desmodular la señal portadora de la forma de onda con un código seleccionado para optimizar la medición de uno o más de entre hora de llegada, ángulo de llegada e intensidad de señal o transmisión de información a través del material en el estado no gaseoso.

15 Ventajosamente, la unidad de procesamiento de señales está configurada asimismo para ser provocada por la unidad lógica, que transmite un mensaje sobre la señal portadora, comprendiendo el mensaje uno o más de entre una identificación de dicho dispositivo de ayuda en la recuperación o un estado de un usuario de dicho dispositivo de ayuda en la recuperación recogido por un sensor biológico.

20 La invención también presenta las ventajas de aumentar considerablemente la exactitud de la localización de la víctima, permitiendo ahorrar minutos valiosos en el rescate. La invención también proporciona una solución que es fácil de implementar y no requiere ninguna formación específica para utilizarla. También es bastante versátil y puede utilizarse en diferentes situaciones, con algunas adiciones de hardware o software en el dispositivo básico. El dispositivo básico puede ser un simple teléfono inteligente.

25 Además, con técnicas de la técnica anterior, un enfoque local por parte de rescatistas que portan dispositivos que no están coordinados puede funcionar bien para el enfoque final, pero puede ser erróneo cuando se empieza la búsqueda, debido, por ejemplo, a rocas y otros obstáculos del terreno. Con un enfoque global por parte de rescatistas que portan dispositivos que actúan conjuntamente, las posiciones de varios rescatistas (búsqueda y rescate) se referencian al mismo sistema de referencia de GNSS. La invención utiliza la determinación de posición absoluta y por tanto permite combinar información procedente de dos o más rescatistas. Además, una víctima también está en el mismo sistema de referencia. La invención también permite la adición de información topográfica y de terreno u otra a la información de posicionamiento de GNSS, lo cual permite mitigar los efectos de múltiple trayecto y de medio estrechando por tanto progresivamente la zona de recuperación.

35 Además, la invención facilita la correcta localización de múltiples víctimas. Tener un sistema de referencia común contribuye a una diferenciación de víctimas, aunque devuelvan información de señal idéntica o parecida. En el campo, un rescatista puede recibir información discrepante (por ejemplo, dos ubicaciones para la misma víctima). Combinando esta información con información recibida por otro rescatista, o el mismo rescatista en otra ubicación, pueden confirmarse las dos ubicaciones diferentes. Combinando esta información con una tercera posición, también puede confirmarse la segunda ubicación. Evidentemente puede refinarse este procedimiento en el caso de más de dos víctimas.

### Breve descripción de los dibujos

45 La invención y sus ventajas se entenderán mejor tras la lectura de la siguiente descripción detallada de una forma de realización particular, dada meramente a modo de ejemplo no limitativo, realizándose esta descripción haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 - las figuras 1a, 1b y 1c representan unas vistas esquemáticas de arquitecturas funcionales de dispositivos de ayuda en la recuperación, en varias formas de realización de la invención;

- las figuras 2a, 2b y 2c representan unas situaciones operativas de utilización del dispositivo de ayuda en la recuperación de la invención según varias de sus formas de realización;

55 - la figura 3 presenta un diagrama de flujo del método utilizado para implementar la invención, en varias de sus formas de realización.

### Descripción detallada

60 Las figuras 1a, 1b y 1c representan unas vistas esquemáticas de arquitecturas funcionales de dispositivos de ayuda en la recuperación, según algunas formas de realización de la invención.

65 Tal como se ilustra en la figura 1a, la invención se implementa utilizando dos dispositivos de transmisión/recepción (T/R) de ondas portadoras, 110a, 120a. Los dispositivos pueden ser idénticos o pueden ser diferentes. Tienen que poder comunicarse entre sí, utilizando una onda portadora predeterminada. Para ello, presentan, en particular, antenas adecuadas 112a, 122a. También presentan unidades de procesamiento de señales de ondas portadoras,

111a, 121a.

Los dispositivos pueden utilizar ondas portadoras de RF u otros tipos de ondas portadoras, por ejemplo, ondas acústicas.

5

Para casos de utilización en los que el dispositivo de ayuda en la recuperación se utilizará probablemente o bien bajo una avalancha de nieve o bien bajo escombros, la onda portadora apropiada puede ser de RF. La banda de frecuencia habitualmente utilizada por balizas de avalanchas es de 457 kHz, tal como se normaliza mediante ETSI, o 869.8 MHz para una transmisión de enlace W utilizada para transmitir información de señales vital. Pero otras

10

bandas pueden ser adecuadas, por ejemplo, las bandas de ISM, 433 MHz, 2,45 GHz y 5,2 GHz. Evidentemente, la pérdida de trayecto es proporcional al cuadrado de la frecuencia de la señal de onda portadora. Por tanto, es más ventajoso utilizar las bandas de frecuencia inferior, con la advertencia de que los dispositivos de T/R de 2,45 GHz, WiFi y Bluetooth están habitualmente disponibles para el público general. Mejoras en la tecnología Bluetooth ofrecen ahora un rendimiento aumentado, alcance más largo y mejor latencia, sin consumo de potencia adicional.

15

Además, la pérdida de trayecto depende de los medios atravesados. Resultados experimentales y modelado muestran una atenuación adicional en la nieve de aproximadamente 3 dBm a 433 MHz y 5 dBm a 2,45 GHz. Véase, por ejemplo "Modeling of Through-the-Snow Electric Field Propagation for Rescue Systems", Bataller *et al.*, Universidad de Zaragoza. Además de la pérdida de trayecto, se han tenido en cuenta otras causas de defectos en la transmisión para extrapolar la intensidad de señal en un receptor, tales como múltiple trayecto, difracción o difusión. Tendrán que tenerse en cuenta todos estos factores cuando se diseñe un módulo de T/R específico (SPU de CW, 111a, y antena, 112 a). En particular, una antena direccional de alta ganancia puede compensar la atenuación de señal en una dirección.

20

25

Además, puede ser deseable más de una antena 112a, 122a, notablemente si tiene que determinarse el ángulo de llegada (AoA) de la onda portadora además de la hora de llegada (ToA) o el tiempo de vuelo (ToF), lo cual puede realizarse con configuraciones de T/R convencionales con una única antena simple.

30

Ventajosamente, la forma de onda y/o modulación de la señal portadora se seleccionarán para minimizar la atenuación y/o reflexiones de múltiple trayecto en la nieve o bajo escombros. De hecho, la manera de transmitir datos puede ser más o menos robusta frente a los posibles errores provocados por el entorno alrededor del receptor.

35

También será una consideración de diseño importante la potencia eléctrica necesaria para hacer funcionar el módulo de T/R, lo cual puede tener un impacto sobre la selección de la onda portadora, la modulación y la información transmitida en la misma. Por ejemplo, si el dispositivo de la invención está configurado como un dispositivo de recuperación para víctimas de avalanchas de nieve, dado que se sabe bien que la recuperación debe producirse en el primer o dos primeros cuartos de hora, el dispositivo puede estar configurado para funcionar en un modo de transmisión a una potencia relativamente alta para maximizar las probabilidades de que se reciba la señal, a costa de una vida útil más corta de la batería. A diferencia de esta situación, a las víctimas de terremotos se les puede rescatar varias horas o incluso días después de haberse enterrado. En este caso, se preferirá un modo de bajo consumo de potencia, y el módulo de T/R estará configurado para funcionar la mayor parte del tiempo en un modo de recepción, de modo que puede conservarse el tiempo de vida de batería.

40

45

En conjunto, según la invención, resulta ventajoso poder utilizar un dispositivo convencional, por ejemplo, un teléfono inteligente, y una onda portadora convencional, por ejemplo, una señal Wi-Fi. Entonces se utilizará una aplicación de software para programar una unidad lógica (LU), 113a, 123a, que puede ser parte del procesador de propósito general del teléfono inteligente, para hacer funcionar el teléfono inteligente como un dispositivo de ayuda en la recuperación, tal como se explicará más adelante en la descripción. La LU debe estar configurada para realizar cálculos de ToA, y opcionalmente de AoA y/o intensidad de señal (SS). También puede estar configurada para accionar la SPU de CW para modular o desmodular las señales de ayuda en la recuperación de CW. Las funciones de módem pueden realizarse por un módulo añadido de hardware dedicado. El dispositivo de ayuda en la recuperación también puede ser un hardware específico dedicado que comprende una SPU de CW que funciona en una banda de frecuencia específica, una unidad lógica específica y, posiblemente, y un módem añadido tal como se explica más adelante en la descripción.

50

55

Ventajosamente, un dispositivo de ayuda en la recuperación 110a según la invención se porta por una persona que es una víctima que va a rescatarse y otro dispositivo de ayuda en la recuperación 120a según la invención se porta por una persona que es un rescatista potencial de la víctima que va a rescatarse. Dado que es difícil tener conocimiento por adelantado sobre quién será una víctima y quién será un rescatista en un grupo de esquiadores, resulta muy ventajoso que todos los dispositivos de ayuda en la recuperación sean idénticos, o por lo menos puedan funcionar en cualquiera de los dos modos, es decir, modos de rescate o rescatado. El dispositivo 120a, según la invención, también puede portarse por un portador volador, tal como un helicóptero o un dron.

60

65

Ambos dispositivos 110a y 120a pueden presentar una unidad de cálculo de posición (PCU) 114a, 124a operativa. Una PCU puede ser un receptor de GNSS que puede recibir mensajes de navegación a partir de una o más

constelaciones de satélites de GNSS, tales como las constelaciones GPS™, Beidou™, Glonass™ o Galileo™. Un receptor de GNSS adquiere y rastrea señales de ondas portadoras transmitidas por los satélites de GNSS en la banda L. Un satélite se identifica por el receptor mediante correlación de las señales recibidas con réplicas generadas en el receptor. Al conocerse la posición del en un momento dado, se calcula un pseudoalcance del enlace entre el satélite y el receptor. A partir de un mínimo de cuatro pseudoalcances diferentes, es posible calcular una posición, velocidad, tiempo (PVT) del receptor. Una referencia temporal de GNSS es muy precisa y con frecuencia se utiliza como sello de tiempo o para sincronizar otras señales.

Un problema con los GNSS es que la SNR de las señales de navegación es bastante baja. Estas señales también se ven muy afectadas por reflexiones de múltiple trayecto. Por tanto, no puede garantizarse la recepción de señales de GNSS bajo una avalancha de nieve o escombros resultantes de un terremoto.

Una solución de un primero tipo a este problema es utilizar algunos sensores de movimiento que pueden incluirse en la PCU 114a. Los sensores de movimiento pueden incluir un acelerómetro, un giroscopio y/o un magnetómetro. Estos proporcionarán medidas de 9 DOF (grados de libertad) y están disponibles en tecnología de MEMS a bajo coste. De hecho, están disponibles en teléfonos inteligentes. Los sensores de movimiento también pueden ser sólo uno de ellos, o dos de las tres categorías. Esto proporcionará medidas con menos grados de libertad. La LU 113a puede estar configurada para calcular una posición derivada a partir del último PVT de GNSS calculado con un intervalo de confianza superior a un nivel predeterminado, o el último GNSS calculado a partir de señales de navegación que presentan una SNR (relación señal-ruido) o una C/N0 (portadora con respecto a ruido en el centro del ancho de banda de la onda portadora) superior a un nivel determinado. Esto será probablemente la última posición calculada antes de que la víctima quedará enterrada bajo nieve o rocas. Entonces, la LU puede calcular una posición estimada del dispositivo 110a añadiendo el trayecto medido por los sensores de movimiento a la última posición de calidad guardada en una memoria de la LU.

Entonces la posición calculada por la LU puede emitirse por difusión mediante el módulo de T/R a los módulos de T/R del equipo de rescate, o publicarse en una dirección del dispositivo que va a rescatarse 110a, con su identificación. Entonces, el/los dispositivo(s) de rescate 120a puede(n) recibir la posición estimada del dispositivo que va a recuperarse 110a, que puede visualizarse en una pantalla del dispositivo, con un círculo de confianza, y entonces los rescatistas pueden actuar en consecuencia.

Una solución de un segundo tipo es hacer que el dispositivo que va a recuperarse calcule su posición con respecto a los dispositivos de rescate 120a presentes en la zona de rescate a partir de ToA (y posiblemente AoA y SS) de las señales de onda portadora transmitidas por dichos dispositivos de rescate. Ventajosamente, la señal portadora se modulará mediante un código permitiendo un cálculo de un pseudoalcance entre cada uno de los dispositivos de rescate y el dispositivo que va a recuperarse. Los dispositivos de rescate y el dispositivo que va a recuperarse formarán una red inalámbrica, utilizando uno cualquiera de los protocolos normalizados, tales como 802.11x. Puede utilizarse cualquier clase de protocolo de TDMA (acceso múltiple por división de tiempo), incluyendo protocolos patentados. Pero en cualquier caso es necesario que los dispositivos puedan identificarse respectivamente a sí mismos para garantizar que los cálculos de distancia son apropiados.

El dispositivo que va a recuperarse transmite su posición con respecto a los dispositivos de rescate a los dispositivos de rescate y es suficiente con que tres de los dispositivos de rescate 120a conozcan sus propias posiciones de GNSS para determinar, en la LU de cada uno de los dispositivos de rescate, la posición absoluta del dispositivo 110a que va a recuperarse con respecto a esas posiciones de GNSS y la información sobre la posición relativa transmitida por el dispositivo 110. Cuando se utiliza AoA, un dispositivo de rescate es suficiente.

Una solución de un tercer tipo es hacer que los dispositivos de rescate 120a según la invención transmitan sus propios PVT de GNSS al dispositivo que va a recuperarse 110a. Entonces, este último dispositivo puede calcular su propia posición triangulada a partir de por lo menos tres de las posiciones instantáneas de GNSS y posiciones calculadas mediante ToA de los dispositivos de rescate. Además, una combinación de varios cálculos de ToA y posiciones de GNSS de un mismo y único rescatista que porta un dispositivo de rescate realizados en tres ubicaciones diferentes proporcionarán el mismo resultado, dado que se supone que la persona que va a rescatarse no está moviéndose, sin embargo, con la condición de que las determinaciones realizadas en una posición definida se identifiquen como determinaciones de medición.

Todas las mediciones y transmisiones pueden desencadenarse automáticamente, por lo menos en el modo rescatado.

Los tres tipos de soluciones pueden combinarse entre sí mediante fusión de datos realizada o bien por uno o más de los dispositivos de rescate o bien por uno o más de los dispositivos que van a recuperarse. También puede realizarse fusión de datos en una estación maestra de los rescatistas, ubicada o bien en la zona de búsqueda o bien en una ubicación remota.

Los receptores de GNSS pueden lograr de manera rutinaria una precisión instantánea mejor de 10 m. Mediante integración a lo largo del tiempo, pueden lograr una precisión mejor de 1 m. Como variante aplicable a todos los

- tipos de soluciones mencionados anteriormente en la presente memoria, uno de los dispositivos de rescate 120a, por ejemplo portado por el guía de un equipo de esquiadores o el líder de un equipo de rescatistas tras un terremoto, puede poder calcular una posición puntual precisa adquiriendo datos de corrección (es decir, correcciones ionosféricas, correcciones orbitales, sesgos de satélites, etc...) a partir de un satélite específico o servicio de Internet (Inmarsat, Eutelsat, RTK, etc...) así como sistema de aumentación basado en satélites (SBAS). Entonces, los otros dispositivos de rescate 120a podrán posicionarse de manera precisa con respecto al receptor posicionado mediante PPP, utilizando cálculos y medidas de ToA/AoA/SS. Y el/los dispositivo(s) que va(n) a recuperarse 110a también podrá(n) beneficiarse de la precisión de PPP que puede ser mejor de 10 cm.
- 5 En la figura 1b, se representa una variante del dispositivo de ayuda en la recuperación de la figura 1a. En esta figura, el dispositivo de ayuda en la recuperación 110b de la invención comprende, además de los mismos componentes que el dispositivo 110a, un accesorio de batería 115b, un accesorio de módem 116b y una protección 117b. El accesorio de batería 115b puede ser un accesorio convencional para teléfonos inteligentes. En el contexto de la invención, también puede ser un accesorio de batería reforzado con capacidad aumentada. El accesorio de módem 116b se utiliza para accionar la SPU de CW 111a para generar la forma de onda modulada por portadora para realizar cálculos de TOA/AoA/SS o desmodular la portadora recibida a partir de entre otros dispositivos de ayuda en la recuperación. Puede utilizarse una protección 117b para proteger el dispositivo de ayuda en la recuperación frente a choques y baja temperatura.
- 10 En la figura 1c se representa otra variante de los dispositivos de ayuda en la recuperación de las figuras 1a y 1b. Este dispositivo 110c comprende un accesorio de transductor de sonar y SPU 118c y un transductor de sonar/antena 119c. Además, se proporciona una protección 117c para asegurarse de que el dispositivo de ayuda en la recuperación de esta forma de realización es impermeable, por lo menos hasta una determinada profundidad en el agua. El accesorio de SPU de transductor de sonar también incluirá un módem para modular y desmodular la CW de sonar transmitida o recibida. La onda de sonar se utilizará en lugar de una onda portadora de RF. La situación de caso de utilización es equipar a marineros, pescadores o cualquier tipo de tripulación de barcos. En algunas formas de realización, pueden utilizarse CW de sonar y RF en combinación. Por ejemplo, puede utilizarse sonar en un vehículo de nieve.
- 15 Como opción, que puede añadirse a todas las variantes del dispositivo de ayuda en la recuperación de la invención, pueden adquirirse parámetros vitales (frecuencias cardiacas, temperatura, etc.) mediante sensores y transmitirse a los dispositivos de rescate a través del enlace de onda portadora. Una caída de la temperatura del cuerpo medida mediante tal sensor o un aumento repentino de la frecuencia cardiaca y/o una detección de una ausencia de movimiento mediante una detección de acelerómetro de un estado que requiere rescate. Tales condiciones también pueden desencadenar que se transmitan balizas.
- 20 De hecho, pueden añadirse balizas de auxilio a los equipos de los rescatistas en algunas formas de realización, en combinación con todas las variantes del dispositivo de ayuda en la recuperación de la invención. Pueden fijarse, por ejemplo, a mochilas, esquís o calzado. Las balizas pueden empezar a emitir tras mediciones de sensores (por ejemplo, acelerómetros), por ejemplo, cuando se detecta una avalancha. Pueden evitarse o mitigarse las detecciones falsas, dado que los equipos de búsqueda y rescate también pueden basarse en otros medios para detectar una avalancha.
- 25 En algunas formas de realización, pueden liberarse o soltarse o expulsarse balizas adicionales para aumentar la tasa de éxito de búsqueda y rescate. Pueden expulsarse balizas tras la detección de un primer signo de avalancha, deslizamiento de lodo, movimiento de terreno o terremoto. Tal como se describió anteriormente, pueden liberarse balizas automáticamente. Tales balizas pueden ser inflables o presentar otros medios para tener una mejor flotabilidad sobre nieve o terreno. Las balizas pueden registrar movimientos previos y pasados para ayudar a reconstruir la trayectoria antes, en y después del punto de liberación.
- 30 Las figuras 2a, 2b y 2c representan unas situaciones operacionales de utilización del dispositivo de ayuda en la recuperación de la invención según varias de sus formas de realización.
- 35 En la figura 2a, un usuario 210a que porta un dispositivo de ayuda en la recuperación, 110a, o LD (dispositivo perdido), pierde su posición en un punto  $LD_{P1}$ . Puede considerarse que una posición se ha perdido cuando un nivel de confianza es inferior a un mínimo. Puede encontrarse una definición de nivel de confianza en navegación de GNSS en la solicitud de PCT, PCT/EP2015/066299, presentada por el mismo solicitante. También puede considerarse perdida simplemente cuando los valores de SNR o C/N0 para todos los satélites disminuyen por debajo de un nivel predeterminado. En determinadas formas de realización, los umbrales pueden ajustarse en función del terreno bajo el cual puede esperarse que se encuentre el LD (nieve, rocas) y su grosor.
- 40 En esta forma de realización, la PCU 114a del LD 110a comprende una pluralidad de sensores de movimiento. La persona que porta el dispositivo se moverá desde la posición  $LD_{P1}$  hasta la posición  $LD_{P2}$  (212a) siguiendo una trayectoria 211a. Se determina  $LD_{P1}$  como el punto en el que el movimiento detectado por los sensores de movimiento es sustancialmente nulo durante un periodo de tiempo. La LU 113a está configurada para calcular las coordenadas en el sistema de referencia terrestre de  $LD_{P2}$  a partir de la posición  $LD_{P1}$  y unas mediciones de sensor
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

de movimiento. Las posiciones  $LD_{P1}$  y  $LD_{P2}$  se transmiten a los dispositivos de búsqueda, RD, 120a en un mensaje configurado mediante la LU, y posiblemente un módem, en la onda portadora. Como opción, los niveles de confianza o valores de SNR y/o C/N0 en  $LD_{P1}$ , y el nivel de confianza de las mediciones de sensores de movimiento y los cálculos de LU también pueden incluirse en el mensaje. Además, como otra opción, el dispositivo 120a puede transmitir, 222a, su propia posición de GNSS  $RD_{P1}$  al dispositivo que va a rescatarse 110a.

Un dispositivo de ayuda en la recuperación RD según la invención, 120a, se porta por un rescatista 220a ubicado en una posición  $RD_{P1}$ . El dispositivo 120a recibe un mensaje que incluye la identificación del LD, la posición  $LD_{P1}$ , y posiblemente información de nivel de confianza sobre la posición. Además, el dispositivo 120a recibe en su T/R 121a, 122a una onda 221a portadora emitida por el T/R 111a, 112a del dispositivo 110a. A partir del código de ToA portado por la onda portadora, la LU 123a calcula la distancia entre las posiciones  $LD_{P1}$  y  $RD_{P1}$ . La intersección entre el círculo de nivel de confianza 213a de la posición de LD y el círculo de medición 223a (posiblemente asociado también con un nivel de confianza materializado en la figura mediante el segundo círculo 223'a, formando un anillo de confianza) determinará una primera zona de recuperación, 250a. Debe observarse que el cálculo de distancia puede corregirse teniendo en cuenta correcciones previamente establecidas que van a aplicarse debido a las reflexiones de múltiple trayecto que se sabe que se producen en los medios bajo los cuales está enterrada la víctima.

Los círculos de confianza 213a, 223a, 223'a pueden visualizarse en la pantalla del dispositivo de rescate 120a.

Si el rescatista considera que esta primera zona de recuperación es lo suficientemente pequeña y de fácil acceso, el rescatista parará aquí.

Si este no es el caso, tal como se explica más adelante en la descripción, puede decidir moverse a una segunda posición  $RD_{P2}$ . El rescatista determinará su segunda posición de modo que se acerque al dispositivo que va a rescatarse, pero no siguiendo una línea directa al mismo. Esto se debe a que, como opción adicional, puede ser útil poder triangular las posiciones del dispositivo de búsqueda a partir del dispositivo perdido. Como regla empírica, es posible seguir una trayectoria forma  $45^\circ$  con respecto a la línea directa y pararse en un punto  $RD_{P2}$  ubicado a media distancia entre la posición anterior  $RD_{P1}$  y la distancia anteriormente medida 223a. La LU 123a puede estar configurada para calcular el nuevo punto y la trayectoria 224a, y posiblemente visualizarlos en la pantalla del dispositivo. Después se repite el mismo procedimiento que cuando el dispositivo 120a estaba en la posición  $RD_{P1}$ . La intersección del nuevo anillo de medición 233a (incluyendo un margen de confianza, similar al margen de confianza 223a, 223'a pero no representado en la figura), con el anillo de medición anterior 223a y el círculo de confianza 213a de la posición del dispositivo perdido define una segunda zona de recuperación. Si esta segunda zona de recuperación es ahora aceptable, el procedimiento puede detenerse y puede comenzarse la búsqueda y rescate físicos. Si no es así, puede repetirse una vez el procedimiento, moviéndose entonces el rescatista a la posición  $RD_{P3}$  siguiendo una trayectoria 234a y produciendo un anillo de medición 243a. Dependiendo del tipo de accidente, la decisión que tiene que tomar el equipo de rescate de detener la determinación de la zona de recuperación tras un número de iteraciones puede depender del tiempo transcurrido desde el comienzo del accidente, dado que el tiempo es crítico para poder rescatar a personas enterradas, por ejemplo, bajo la nieve. El tiempo transcurrido desde el accidente y el tiempo del que todavía dispone el rescatista antes de que haya transcurrido un límite de tiempo compatible con el tipo de accidente pueden calcularse y visualizarse a los rescatistas.

En cualquier caso, puede resultar ventajoso repetir el procedimiento por lo menos dos veces (tres mediciones), de modo que pueden enviarse tres posiciones de RD ( $RD_{P1}$ ,  $RD_{P2}$ ,  $RD_{P3}$ ) al LD, cuya LU podrá calcular una posición a partir de estas tres posiciones de RD, compararla con su posición anteriormente determinada  $LD_{P2}$ , y transmitir de vuelta al RD una posición corregida.

En otra forma de realización de la invención que se ilustra en la figura 2b, no hay ninguna posición conocida del dispositivo perdido desde la que empezar. Sin embargo, puede ser posible empezar desde una zona 213b en la que es probable que se encuentren las víctimas. Esto puede determinarse por la posición relativa del trayecto de avalancha y la trayectoria de los esquiadores, especialmente si los rescatistas formaban parte del mismo equipo que las víctimas.

Ventajosamente, los dispositivos según la invención pueden estar configurados para determinar fácilmente una zona de recuperación inicial, por ejemplo utilizando una imagen de la escena tomada por uno de los dispositivos (o a partir de un dron), calcular automáticamente una zona de recuperación inicial, accediendo o bien a datos almacenados localmente o bien a una base de datos remota, visualizar un centro de dicha zona inicial que va a utilizarse como posición inicial para los fines de la búsqueda. Esto permite la determinación del círculo 213b y su centro.

No obstante, el círculo 213b será probablemente mucho más grande que el círculo 213a de la figura 2a. Entonces, si sólo hay un rescatista disponible para esta zona, puede aplicarse el mismo procedimiento que en la forma de realización de la figura 2a, con las advertencias de que:

- sólo estará disponible la distancia determinada por el RD 120a, posiblemente junto con una incertidumbre de medición, 223b, no estando determinada la dirección o siendo bastante imprecisa;
- para determinar el nuevo punto de la segunda medición, será necesario utilizar la SS para decidir si el movimiento realizado por el rescatista era adecuado; pueden ser necesarios varios ensayos y errores;
- será necesario repetir el procedimiento por lo menos dos veces, de modo que el LD pueda calcular su posición a partir de las tres posiciones sucesivas del RD transmitidas al mismo y las distancias relativas calculadas por la LU del LD a partir de las señales adquiridas por su T/R 111a, 112a.

La zona de recuperación 250b también puede determinarse directamente como la intersección de las zonas 223b, 233b, 243b y 213b. Puede implementarse un algoritmo de coincidencia para ajustar esta zona de recuperación con el círculo de confianza de la posición del LD determinado por la LU de este dispositivo.

Alternativamente, pueden posicionarse tres dispositivos RD1, RD2, RD3 diferentes, sujetos por tres rescatistas 220b, 230b, 240b diferentes en tres posiciones diferentes, calculadas como anteriormente. El procedimiento que va a aplicarse es entonces el mismo, excepto porque la determinación de las posiciones de los rescatistas tiene que realizarse de manera instantánea confrontando en una de las LU de los RD la SS de las tres señales.

En otra forma de realización de la invención ilustrada en la figura 2c, el dispositivo de ayuda en la recuperación 120a puede medir un AoA de la señal de onda portadora emitida por el dispositivo LD que va a recuperarse, 110a. En principio se desconoce la posición del LD portado por la persona 210c que va a rescatarse. El dispositivo 120a portado por un rescatista 220c puede adquirir tanto el ToA como el AoA. Entonces, sin conocer en principio una posición del LD, es posible determinar una zona de recuperación 250c que es bastante limitada, con tan sólo un punto de medición.

Evidentemente, si la zona de recuperación todavía es demasiado grande, es posible combinar esta forma de realización con las formas de realización de las figuras 2b, es decir hacer que un único rescatista tome mediciones sucesivas en tres ubicaciones diferentes, o hacer que tres rescatistas diferentes tomen mediciones, más o menos simultáneas, y las envíen al dispositivo que va a recuperarse.

La figura 3 visualiza un diagrama de flujo del método utilizado para implementar la invención, en varias de sus formas de realización.

El diagrama de flujo de la figura 3 incluye todas las etapas sustanciales del método y algunas de las etapas que se visualizan en la figura pueden omitirse en determinadas circunstancias.

En una etapa 310, se estima una posición del dispositivo perdido que va a recuperarse. La estimación puede basarse en una posición conocida a partir de una última posición de calidad del dispositivo / usuario, utilizando tal como se comentó junto con la ilustración de la figura 2a. Esta estimación se basa en una propagación de esta última posición de calidad utilizando mediciones a partir de sensores de movimiento integrados en el dispositivo de ayuda en la recuperación 110a. También puede estimarse a partir de las circunstancias del accidente y el terreno. Se asocia un nivel de confianza con la estimación.

En una etapa 320, se emite por difusión esta posición a los dispositivos de rescate 120a, o se comparte/publica en una página de HTML del LD.

Se calcula una distancia entre el LD y por lo menos un RD a partir de medidas de ToA. Si se considera que el resultado del cálculo es compatible con la posición estimada del LD, en la etapa 330, la parte electrónica del procedimiento de recuperación puede terminarse en una etapa 340, y puede comenzarse la búsqueda y recuperación humanas.

Si no es así, se somete a prueba el número de rescatistas disponibles en la zona de recuperación, tal como se mide mediante el ToA, en la etapa 350. Si este número es superior a dos (mínimo 3), se realiza una etapa 355 de determinar las mejores posiciones de los rescatistas. Esta etapa implica reglas empíricas del tipo descrito en relación con la figura 2a. Entonces, se calculan distancias hasta el LD a partir de estas mejores posiciones (etapa 360) y se calcula una posición del LD a partir de las mejores posiciones (etapa 370).

Se observará que, si se dispone de AoA en uno de los RD, es posible utilizar menos de 3 RD, posiblemente sólo uno.

Si el número de RD disponibles en la zona delimitada para buscar el LD es igual a dos o es inferior, puede ser necesario realizar varios movimientos con los RD disponibles, especialmente si ninguno tiene capacidad de cálculo de AoA.

Después los RD calcularán movimientos en las etapas 390, 3B0, y distancias hasta el LD en las etapas 380, 3A0

y 3C0.

Después los RD transmitirán sus posiciones al LD en la etapa 3D0, y el LD calculará su propia posición y la retransmitirá a los RD en la etapa 3E0.

5

Como variante explicada anteriormente en relación con la figura 2a, los cálculos y transmisiones pueden realizarse en el otro sentido (cálculo de distancias relativas hasta los RD por el LD y transmisión a los RD).

10

Puede resultar beneficioso definir una arquitectura en la que uno de los RD es maestro y los demás son esclavos. Uno de los RD también puede tener capacidades de cálculo superiores a los otros y acceso a bases de datos remotas que comprenden datos externos que pueden ser útiles para determinar unas zonas de búsqueda iniciales probables, estrategias de rescate y tácticas. Este acceso puede utilizar un enlace de comunicación celular o por satélite. Este RD maestro, con acceso a datos remotos, también puede incluir un receptor de GNSS con un acceso a capacidades de PPP o RTK, para mejorar la precisión de la ubicación de los LD.

15

En el caso en el que la zona que va a buscarse es grande y el número de víctimas perdidas es alto, también será necesario subdividir la zona que va a buscarse en subzonas y el equipo de rescatistas disponibles en subequipos. En este caso, puede ser necesario realizar una etapa preliminar de identificación de los LD que van a recuperarse en las diversas subzonas, de modo que puede configurarse de manera eficiente la red de zona local de los LD/RD.

20

Los ejemplos divulgados en esta memoria sólo son ilustrativos de algunas formas de realización de la invención. No limitan de ninguna manera el alcance de dicha invención que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de ayuda en la recuperación (110a, 120a) que comprende:

- 5       - una unidad de procesamiento de señales (111a, 121a) de un tipo definido para realizar uno o más de entre transmitir o recibir una señal portadora de una forma de onda y una banda de frecuencia seleccionadas para permitir la medición de distancias de propagación a otras unidades de procesamiento de señales (121a, 111a) del tipo a través de un material en un estado no gaseoso;
- 10      - una unidad lógica (113a, 123a) configurada para combinar una primera distancia de propagación entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales con una posición de una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales para determinar una primera zona de recuperación de una de entre la unidad de procesamiento de señales o una primera otra unidad de procesamiento de señales;

15      estando el dispositivo de ayuda en la recuperación caracterizado por que la unidad lógica está configurada asimismo para calcular una posición de dicho dispositivo de ayuda en la recuperación a partir de una o más combinaciones de una posición absoluta de otro dispositivo de ayuda en la recuperación y una distancia entre dicho dispositivo de ayuda en la recuperación y dicho otro dispositivo de ayuda en la recuperación;

20      en el que la unidad lógica está configurada asimismo para determinar una segunda zona de recuperación de una de entre la unidad de procesamiento de señales o una primera otra unidad de procesamiento de señales a partir de una combinación de una de entre una segunda posición de la misma primera otra unidad de procesamiento de señales o una posición de una segunda otra unidad de procesamiento de señales, y una segunda distancia de propagación entre dicha una de entre la unidad de procesamiento de señales y dicha segunda posición de la misma primera otra unidad de procesamiento de señales o dicha posición de una segunda otra unidad de procesamiento de señales;

25      en el que la unidad lógica está configurada asimismo para combinar la primera zona de recuperación y la segunda zona de recuperación para determinar unos puntos de recuperación probable de la una de entre la unidad de procesamiento de señales o una primera otra unidad de procesamiento de señales en intersecciones de la primera zona de recuperación y la segunda zona de recuperación;

30      en el que la unidad lógica está configurada además para desambiguar los puntos de recuperación probable haciendo que se provoque que la una de entre la unidad de procesamiento de señales o una primera otra unidad de procesamiento de señales, y la segunda otra unidad de procesamiento de señales se ubiquen en ubicaciones predefinidas.

35      2. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 1, en el que la unidad lógica recibe la posición de la una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales a partir de una de entre una unidad de cálculo de posición (114a) que está localizada conjuntamente con dicha una de entre la unidad de procesamiento de señales (113a) u otra unidad de cálculo de posición (124a) que está localizada conjuntamente con la primera otra unidad de procesamiento de señales (123a).

40      3. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 2, en el que la unidad de cálculo de posición comprende un receptor de GNSS.

45      4. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 3, en el que la unidad de cálculo de posición comprende asimismo unos sensores de movimiento.

50      5. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 4, en el que la unidad de cálculo de posición y la unidad lógica están configuradas para calcular una posición actual de dicho dispositivo a partir de una posición anterior determinada por el receptor de GNSS a un umbral de confianza y unas mediciones de sensores de movimiento a partir de esta posición anterior hasta la posición actual en la que se determina que el movimiento es nulo.

55      6. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 2 a 5, en el que la unidad de cálculo de posición está configurada para determinar una posición de la una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales con una precisión de o mejor que 50 cm.

60      7. Dispositivo de ayuda en la recuperación según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que por lo menos una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales está configurada para determinar un ángulo de llegada de la señal portadora.

65      8. Dispositivo de ayuda en la recuperación según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la unidad lógica está configurada asimismo para transmitir su posición calculada a uno o más de entre otros dispositivos de ayuda

en la recuperación.

5 9. Dispositivo de ayuda en la recuperación según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el material en un estado no gaseoso comprende uno o más de entre nieve, rocas o materiales de construcción y la unidad de procesamiento de señales está configurada para uno o más de entre transmitir o recibir una o más de señales portadoras de WI-Fi o Bluetooth.

10 10. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 9, en el que la unidad de procesamiento de señales está configurada asimismo para uno o más de entre recibir o transmitir una o más de señales Wi-Fi o Bluetooth moduladas mediante un código configurado para calcular uno o más de entre una hora de llegada, un ángulo de llegada o una intensidad de señal de las señales.

15 11. Dispositivo de ayuda en la recuperación según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el material en un estado no gaseoso comprende agua y la unidad de procesamiento de señales está configurada para uno o más de entre transmitir o recibir señales portadoras de ondas acústicas.

12. Dispositivo de ayuda en la recuperación según la reivindicación 11, que comprende asimismo un transductor de sonar añadido y un módulo de procesamiento de señales.

20 13. Dispositivo de ayuda en la recuperación según una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende asimismo un módem configurado para uno o más de entre modular o desmodular la señal portadora de la forma de onda con un código seleccionado para optimizar la medición de uno o más de entre hora de llegada, ángulo de llegada e intensidad de señal o transmisión de información a través del material en el estado no gaseoso.

25 14. Dispositivo de ayuda en la recuperación según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la unidad de procesamiento de señales está configurada asimismo para ser provocada por la unidad lógica para que transmita un mensaje sobre la señal portadora, comprendiendo el mensaje uno o más de entre una identificación de dicho dispositivo de ayuda en la recuperación o un estado de un usuario de dicho dispositivo de ayuda en la recuperación recogido por un sensor biológico.

30 15. Método de ayuda en la recuperación que comprende:

35 - uno o más de entre transmitir o recibir en una unidad de procesamiento de señales un tipo de señal portadora de una forma de onda y una banda de frecuencia seleccionadas para permitir la medición de distancias de propagación a otras unidades de procesamiento de señales del tipo a través de un material en un estado no gaseoso;

40 - combinar una primera distancia de propagación entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales con una posición de una de entre la unidad de procesamiento de señales o la primera otra unidad de procesamiento de señales para determinar una primera zona de recuperación de una de entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales;

45 estando el método de ayuda en la recuperación caracterizado por que la combinación comprende calcular una posición de dicha unidad de procesamiento de señales a partir de una o más combinaciones de una posición absoluta de la primera otra unidad de procesamiento de señales y una distancia entre dicha unidad de procesamiento de señales y dicha primera otra unidad de procesamiento de señales;

50 el método de ayuda en la recuperación comprende asimismo:

55 determinar una segunda zona de recuperación de una de entre la unidad de procesamiento de señales o una primera otra unidad de procesamiento de señales a partir de una combinación de una de entre una segunda posición de la misma primera otra unidad de procesamiento de señales o una posición de una segunda otra unidad de procesamiento de señales, y una segunda distancia de propagación entre dicha una de entre la unidad de procesamiento de señales y dicha segunda posición de la misma primera otra unidad de procesamiento de señales o dicha posición de una segunda otra unidad de procesamiento de señales;

60 combinar la primera zona de recuperación y la segunda zona de recuperación para determinar unos puntos de recuperación probable de la una de entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales en intersecciones de la primera zona de recuperación y la segunda zona de recuperación; y

65 desambiguar los puntos de recuperación probable haciendo que se provoque que la una de entre la unidad de procesamiento de señales y una primera otra unidad de procesamiento de señales, y la segunda otra unidad de procesamiento de señales se ubiquen en ubicaciones predefinidas.

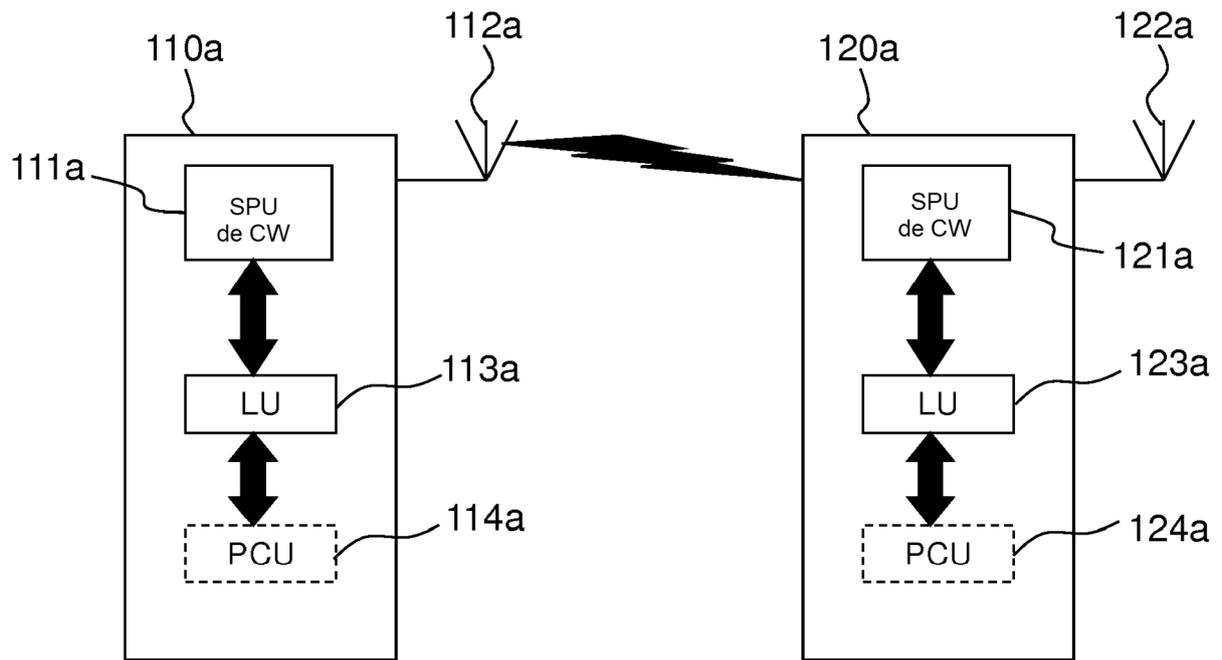


FIG.1a

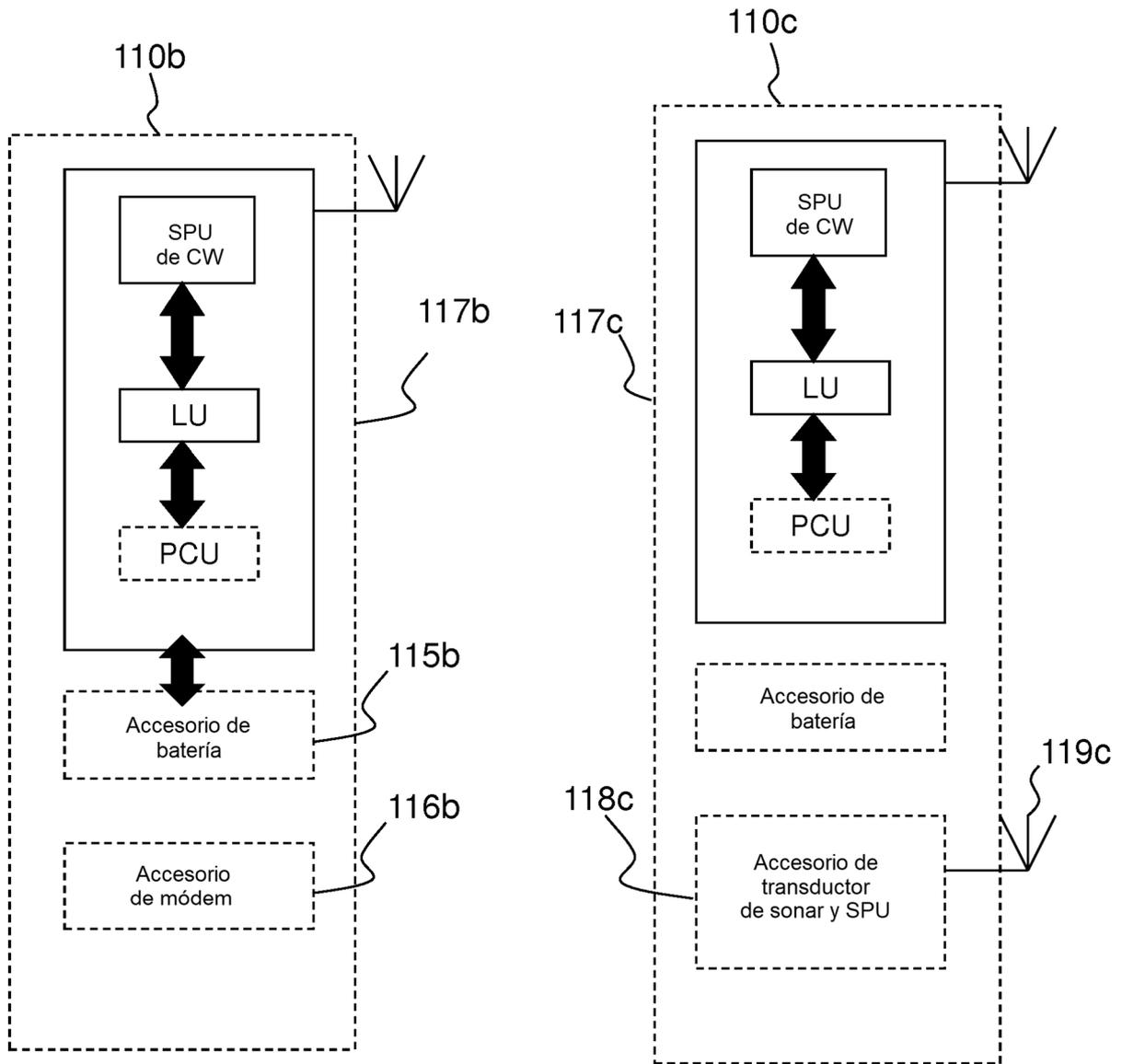


FIG.1b

FIG.1c

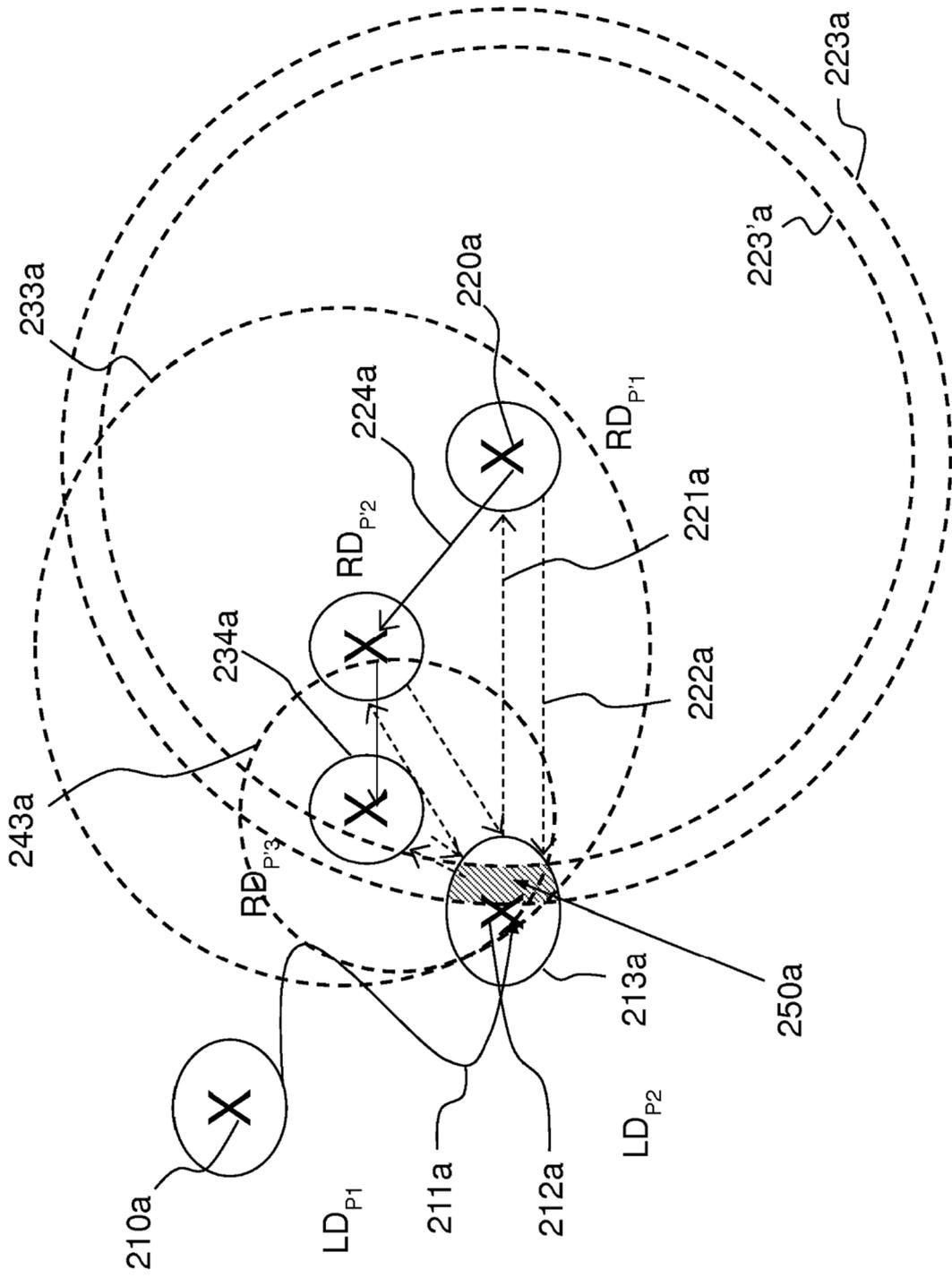


FIG.2a

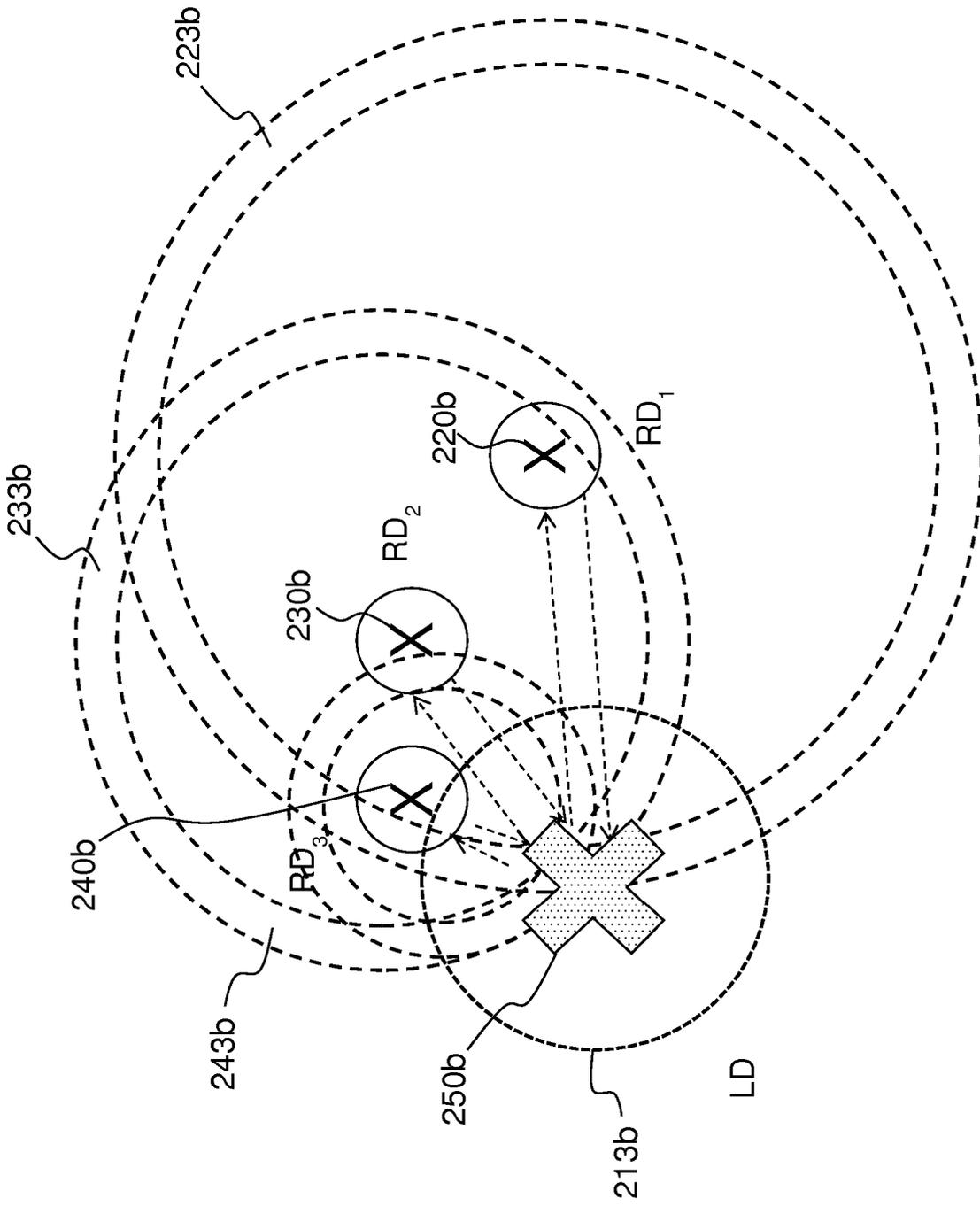


FIG.2b

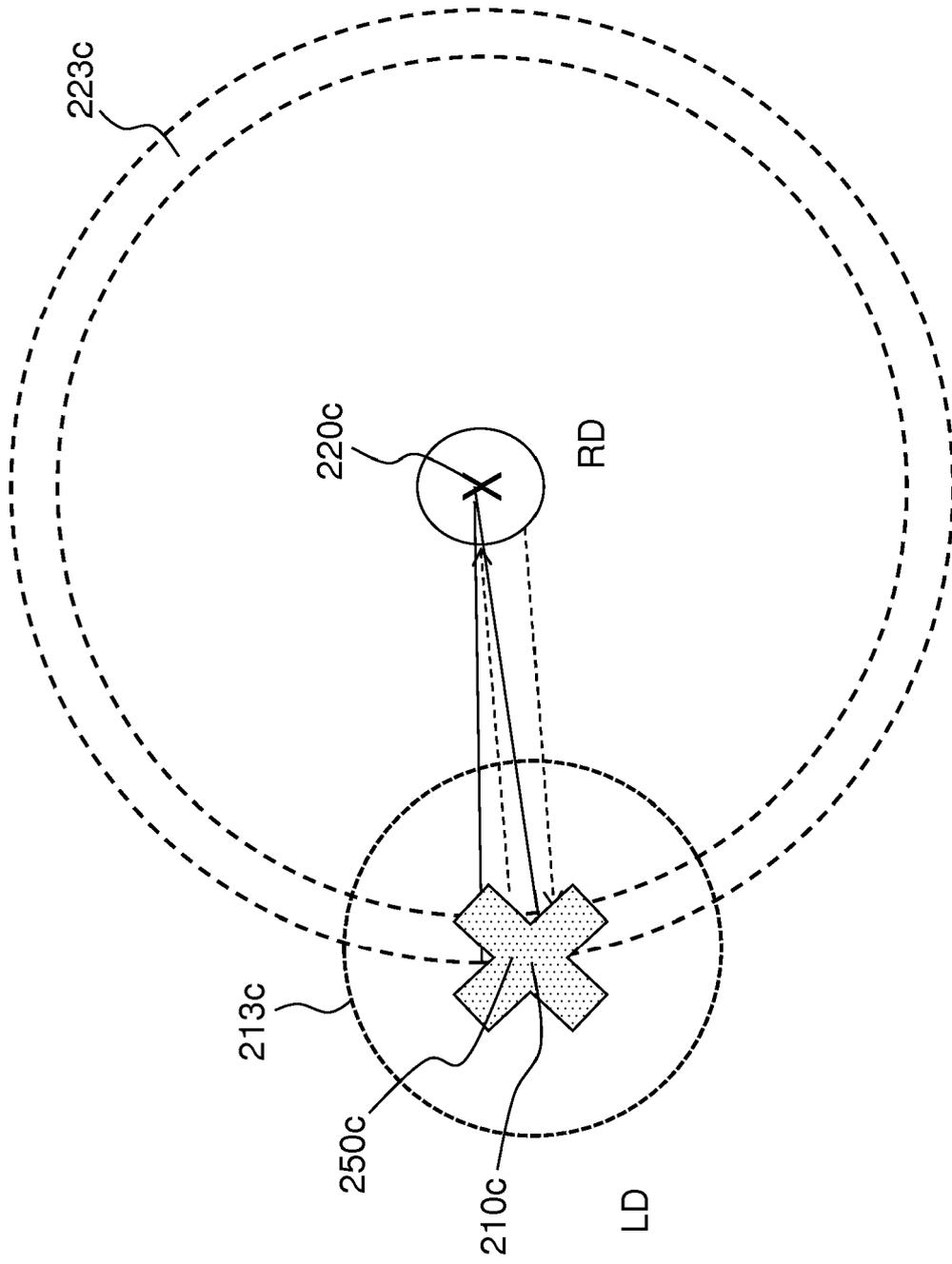


FIG. 2C

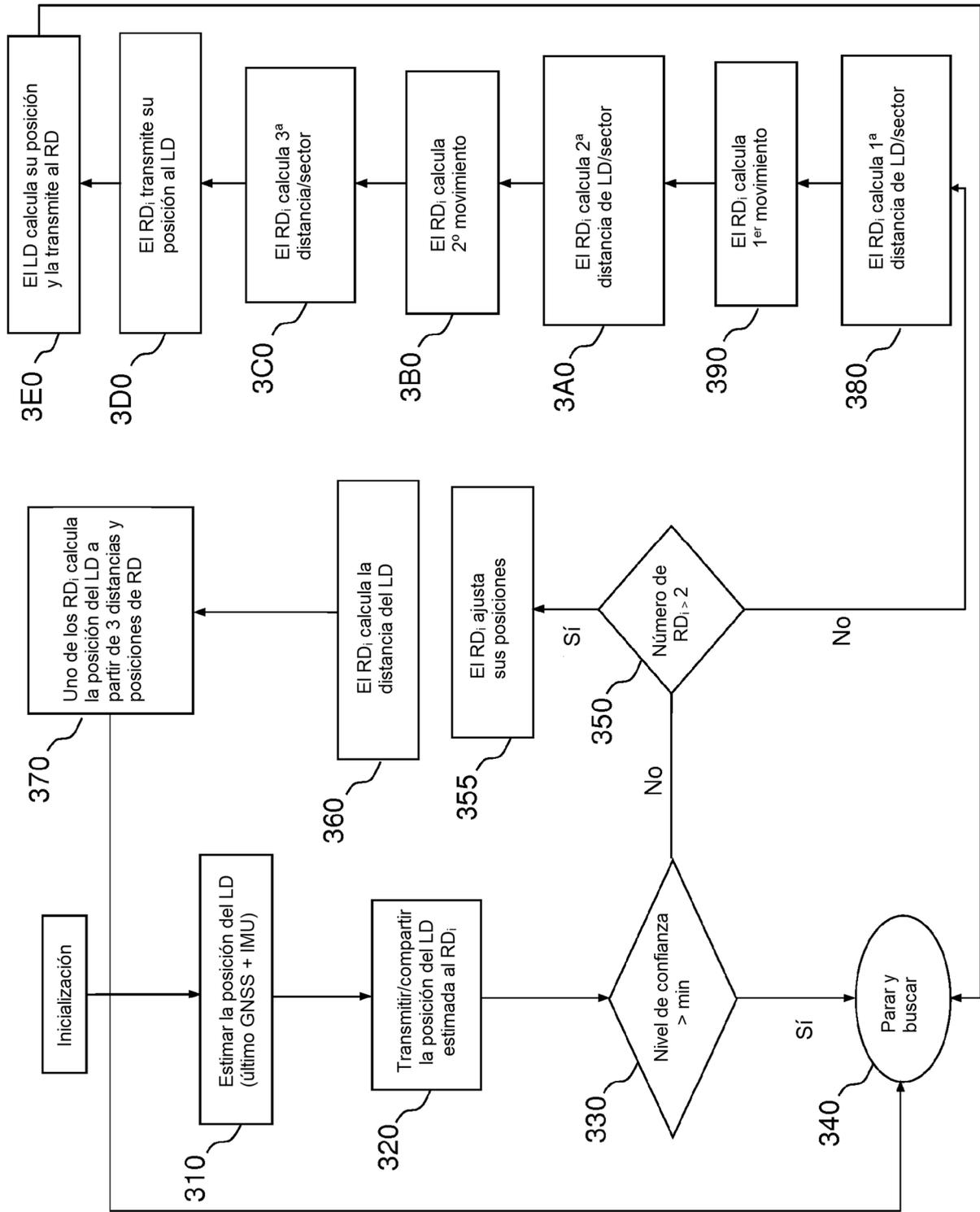


FIG.3