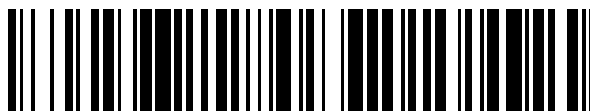


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 699**

51 Int. Cl.:

**G01S 19/46** (2010.01)

**G01S 5/02** (2010.01)

**G01S 19/17** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2011 E 11184653 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2444823**

54 Título: **Procedimiento y sistema de geolocalización de una radiobaliza en un sistema de alerta**

30 Prioridad:

**22.10.2010 FR 1004157**

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

**04.09.2020**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade  
Nord  
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

**CALMETTES, THIBAUD y  
MONNERAT, MICHEL**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 781 699 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**

Procedimiento y sistema de geolocalización de una radiobaliza en un sistema de alerta

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de geolocalización de una radiobaliza que utiliza la información transmitida en el seno de un sistema de alerta asociado con esta baliza.

5 Un sistema de alerta, también llamado sistema de búsqueda y rescate conocido por el acrónimo SAR "Search And Rescue", está compuesto por una o varias constelaciones de satélites que reciben sobre una vía ascendente una señal de alerta proveniente de una radiobaliza. Esta señal se emite a una frecuencia internacional de socorro. La señal de alerta se retransmite a una estación terrestre responsable de extraer la información de socorro que luego se dirige hacia un centro de control de misión.

10 Un sistema de alerta SAR conocido es el sistema global Cospas-Sarsat, cuya aplicación principal es la detección de siniestros para embarcaciones, aviones o individuos. El sistema Cospas-Sarsat utiliza en particular una constelación de satélites de órbita baja llamada LEOSAR ("Low-Earth Orbit Search and Rescue") para la recepción y transferencia hacia la estación terrestre de mensajes de alerta.

15 Un sistema de alerta también tiene como objetivo localizar la radiobaliza que transmite el mensaje de socorro. Para esto, el uso de satélites con órbita baja permite efectuar una localización por efecto Doppler-Fizeau. Un único satélite utiliza la información de frecuencia de llegada del mensaje de alerta en varios instantes sucesivos fechados durante su desplazamiento. La frecuencia de la señal recibida es diferente cada vez, de este modo, es posible deducir de eso la posición de la radiobaliza.

20 Sin embargo, la localización por efecto Doppler-Fizeau presenta el principal inconveniente de un tiempo de localización largo ya que un solo satélite debe efectuar varias mediciones sucesivas durante su desplazamiento antes de poder deducir de eso la posición de la radiobaliza. Además, las mediciones de frecuencia no presentan la precisión suficiente para aplicaciones que necesitan un posicionamiento muy preciso. Por último, para disponer de una velocidad relativa suficiente, la medición Doppler-Fizeau se puede utilizar principalmente para satélites en órbita baja, lo que presenta ciertos inconvenientes: la vida útil de los satélites es más corta y la tasa de cobertura para las constelaciones de tamaño reducido también es baja (típicamente del orden del 35 % para 6 satélites).

25 Una evolución del sistema Cospas-Sarsat consiste en utilizar una nueva constelación de satélites llamada MEO-SAR ("Medium-Earth Orbit Search and Rescue") con órbita más elevada. Estos satélites se colocan sobre una órbita utilizada principalmente por los satélites de geolocalización GNSS ("Global Navigation Satellite System") tales como los satélites de sistemas GPS o GALILEO. Esta órbita se conoce como MEO ("Medium-Earth Orbit") y corresponde a una región del espacio comprendida entre 2000 km y 35000 km. De este modo, es posible, sobre el mismo satélite beneficiarse de las funciones de alerta SAR y de geolocalización GNSS. Esta posibilidad se proporciona en la primera generación de satélites GALILEO y para la tercera generación de satélites GPS, en los próximos años.

30 Por ejemplo, Richard Paiement y con.: "Dilución del factor de precisión en sistemas de búsqueda y rescate de órbita terrestre media" se refiere a sistemas SAR, más particularmente los satélites de retransmisión sobre una órbita media (MEO) y divulga tres técnicas de geolocalización de la baliza transmisora (TDOA, FDOA y procedimiento conjunto).

35 La figura 1 muestra esquemáticamente tal sistema para el caso de aplicación de satélites GALILEO. Una radiobaliza 101 se comunica con una constelación de satélites 102a, 102b, 102c, 102d, 102e SAR. Al menos uno de estos satélites 102c también es un satélite de geolocalización GNSS. Algunos de estos satélites también pueden poseer solo la funcionalidad de geolocalización. La radiobaliza 101 transmite su información de socorro en un mensaje de alerta a través de una vía ascendente 111, 114 con destino a un satélite SAR 102b, 102c. El mensaje de alerta se retransmite luego a una estación terrestre 104 a través de una vía descendente 112, 115. El posicionamiento de la radiobaliza 101 se realiza principalmente mediante el uso de un receptor GNSS en la baliza, la posición de este modo calculada se retransmite por la vía ascendente entre la baliza y el satélite. Este receptor recibe una señal de posicionamiento de al menos cuatro satélites GNSS visibles y puede deducir su posición a través de medios conocidos. La posición se transmite luego sobre la vía ascendente 111, 115 con el mensaje de socorro y llega a la estación terrestre 104 que luego puede comunicar la posición de la baliza a un centro de control. Un interés de uso de satélites de órbita media es que al menos uno de estos satélites es visible permanentemente desde el suelo, lo que permite asegurar un acuse de recibo de la recepción del mensaje de alerta por parte de la estación terrestre.

40 Sin embargo, el uso de un receptor de posicionamiento a bordo de la radiobaliza presenta inconvenientes relacionados con la complejidad de los procesamientos a efectuar para la localización y el consumo de la baliza. En particular, para localizarse, el receptor GNSS primero debe efectuar una búsqueda de al menos cuatro satélites de geolocalización visibles. A título de ejemplo, la decodificación de una señal GPS puede tomar entre 30 segundos y 1 minuto para el cálculo de un primer punto. La autonomía de la baliza se ve directamente afectada por este tiempo de procesamiento importante.

45 La presente invención tiene en particular como objetivo reducir la complejidad y el consumo de una radiobaliza utilizando las funcionalidades del sistema de alerta para determinar directamente el posicionamiento sin utilizar un receptor GNSS o limitando su uso. Uno de los objetivos de la invención es también reducir el tiempo de fijación antes

de la determinación del posicionamiento. El uso conjunto del sistema de alerta SAR y del sistema de posicionamiento por satelital GNSS está contemplado para utiliza de la mejor forma todos los recursos disponibles.

El objeto de la invención es un procedimiento de geolocalización de un dispositivo que transmite una señal que contiene al menos un mensaje con destino a una pluralidad de satélites de retransmisión sobre órbita terrestre media, visibles para dicho dispositivo, recibiendo dicho mensaje y retransmitiéndolo a los medios de procesamiento, caracterizado porque consta al menos de las siguientes etapas:

- la determinación de los instantes de recepción  $T_{Ri}$  de dicho mensaje por dichos satélites de retransmisión,
- la determinación de las pseudodistancias  $D_i$  entre dicho dispositivo y dichos satélites de retransmisión por resolución del sistema de ecuaciones  $T_{Ri} = D_i/c + T_e$ , siendo  $c$  la velocidad de propagación de la señal transmitida,  $T_e$  el instante de emisión del mensaje por el dispositivo e  $i$  variando de 1 al número  $N_{vis}$  de satélites de retransmisión visibles, en el que  $T_e$ , o como alternativa la incertidumbre temporal entre  $T_e$  y los tiempos de recepción  $T_{Ri}$ , es desconocido,
- una etapa de búsqueda y adquisición, por los medios de recepción de los que consta dicho dispositivo, de un número  $N$  de señales de radionavegación por satélite, siendo  $N$  al menos igual a  $2 + m - N_{vis}$  donde  $m$  es el número de coordenadas espaciales de dicho dispositivo y  $N_{vis}$  el número de satélites de retransmisión visibles para el dispositivo,
- la determinación de los desfases temporales entre la emisión de dichas señales de radionavegación y su recepción por dicho dispositivo,
- la difusión por dicho dispositivo de estos desfases temporales en dicho mensaje,
- la determinación de la posición de dicho dispositivo a partir de al menos dichas pseudodistancias  $D_i$ , de las coordenadas de posicionamiento de dichos satélites de retransmisión, y mediante resolución adicional de las siguientes ecuaciones,  $T_{Rj}(GNSS) = D_j(GNSS)/c + T_{ej}(GNSS)$ , donde  $T_{Rj}(GNSS)$  es el instante de recepción, por la baliza, de la señal de radionavegación emitida por el satélite GNSS  $j$ ,  $T_{ej}(GNSS)$  es su instante de emisión y  $D_j(GNSS)$  es la pseudodistancia entre la baliza y el satélite GNSS  $j$ .

En una variante de realización de la invención, los satélites de retransmisión forman parte de la constelación de un sistema de alerta y rescate SAR.

En una variante de realización de la invención, dicha señal es una señal de socorro que contiene un mensaje de alerta,

En una variante de realización de la invención, la etapa de búsqueda y de adquisición de señales de radionavegación por satélite se activa cuando el número  $N_{vis}$  de satélites de retransmisión visibles es estrictamente inferior a  $1+m$ .

En una variante de realización de la invención, el instante de emisión  $T_e$  de dicho mensaje es medido por dicho dispositivo y transmitido en el mensaje con destino a dichos satélites de retransmisión que a su vez transmiten dichos medios de procesamiento, siendo entonces el número mínimo  $N$  de señales de radionavegación buscadas reducido en uno cuando el número  $N_{vis}$  de satélites de retransmisión visibles para dicho dispositivo es estrictamente inferior a  $1+m$ .

En una variante de realización de la invención, el procedimiento consta además de mediciones de la frecuencia de recepción de dicha señal emitida por dicho dispositivo con destino a dichos satélites de retransmisión, siendo la determinación de la posición de dicho dispositivo efectuada además a partir de estas mediciones y de la frecuencia de emisión de dicha señal.

En una variante de realización de la invención, la información de posición del dispositivo se transmite con el mensaje hacia los satélites de retransmisión y luego hacia dichos medios de procesamiento.

En una variante de realización de la invención, las coordenadas de posicionamiento de los satélites de retransmisión y/o los satélites de radionavegación se determinan a partir de las efemérides de estos satélites.

La invención también tiene por objeto un sistema para la geolocalización de un dispositivo caracterizado porque consta de un dispositivo capaz de transmitir un mensaje, una pluralidad de satélites de retransmisión sobre órbita terrestre media capaces de recibir dicho mensaje y transmitirlo y medios de procesamiento capaces de determinar la posición de dicho dispositivo, estando dicho sistema adaptado para implementar el procedimiento según la invención.

En una variante de realización de la invención, los satélites de retransmisión forman parte de la constelación de un sistema de alerta y rescate SAR.

En una variante de realización de la invención, dichos medios de procesamiento están ubicados a distancia de dichos satélites de retransmisión o están a bordo de dichos satélites de retransmisión.

En una variante de realización de la invención, dichos satélites de retransmisión además incluyen medios para transmitir una señal de radionavegación.

En una variante de realización de la invención, dicho dispositivo es una radiobaliza y dicha señal es una señal de socorro que contiene un mensaje de alerta, dichos medios de procesamiento transmitiendo dicho mensaje de alerta a

un centro de control.

Otras características y ventajas de la invención serán evidentes con ayuda de la siguiente descripción dada con referencia a los dibujos adjuntos que representan:

La figura 1, un esquema de un sistema de alerta con una constelación de satélites en órbita MEO,

5 La figura 2, un cuadro sinóptico del sistema de geolocalización según la invención.

La figura 2 representa un diagrama de bloques del sistema de geolocalización de una radiobaliza según la invención. Una baliza 101 consta de medios de creación y emisión de una señal de alerta que contiene información de socorro. Además, consta de medios de recepción de una señal de radionavegación, por ejemplo, una señal emitida por un satélite GNSS. La radiobaliza 101 se comunica con al menos un satélite de retransmisión 102 que consta de los primeros medios 201 de recepción de la señal de alerta y para transmitir dicha señal a una estación terrestre 203. El satélite 102 de retransmisión además consta de segundos medios de radionavegación 202 que permiten transmitir una señal de tipo GNSS hacia la baliza 101 en tierra. Los medios de recepción 201 y los medios de radionavegación 202 pueden ubicarse en dos satélites diferentes. Una estación terrestre 203 recibe los mensajes contenidos en la señal de alerta y los transmite a un centro de control no representado. Un dispositivo de programación 204 permite generar un acuse de recibo con destino a la baliza 101. Un control remoto 205 es responsable del pilotaje de los satélites.

En la siguiente descripción, un satélite de retransmisión indicará un satélite que consta de medios de recepción 201 de una señal de alerta, por ejemplo, un satélite compatible con el sistema SAR.

Una de las ventajas del uso de satélites sobre órbita MEO es que, en todo instante, es probable que varios satélites sean visibles al mismo tiempo desde un punto en el suelo. Por el contrario, para un sistema de alerta que utiliza una constelación sobre órbita cercana (LEO), casi siempre, un solo satélite es visible, lo que conduce a la implementación de un procedimiento de geolocalización a partir únicamente de la información Doppler debido al desplazamiento de este único satélite.

Como se indicó anteriormente, cuando se produce un siniestro, la radiobaliza 101 transmite una señal de alerta por una frecuencia de socorro hacia todos los satélites visibles que constan de medios 201 de recepción de tal señal. La señal de alerta se emite en difusión o "broadcast", es decir, se difunde a todos los satélites en escucha sobre la frecuencia de socorro. Un interés de la difusión es que no necesita un mecanismo de búsqueda previo para determinar qué satélites son visibles para la baliza. Cuando el mensaje de alerta es recibido por un satélite  $i$ , este posee la capacidad de fecharlo con un instante de recepción  $T_{Ri}$  según su reloj interno. A partir de esta información, es posible determinar una relación que vincule el tiempo de emisión  $T_e$  del mensaje de alerta por la radiobaliza en el instante de recepción  $T_{Ri}$  del mensaje por satélite y a la distancia  $D_{y0}$  entre la baliza y el satélite:

$$T_{Ri} = D_i/c + T_e(1)$$

siendo  $c$  siendo la velocidad de propagación de la señal transmitida e  $i$  variando de 1 al número de satélites visibles. Como los instantes  $T_{Ri}$  y  $T_e$  no se miden con el mismo reloj y pueden existir asincronismos entre el reloj de la radiobaliza y el de los satélites, se habla de pseudodistancia  $D_i$  y no la distancia real que se obtiene después de estimar el desfase temporal entre los dos relojes.

La posición del satélite es conocida por él o por la estación terrestre 203. La relación (1) consta de cuatro incógnitas, las tres coordenadas en el espacio de la baliza 101 y el tiempo de emisión  $T_e$  del mensaje de alerta. De este modo, si al menos cuatro satélites son visibles para la baliza, es posible resolver el sistema de ecuaciones obtenido para deducir el posicionamiento exacto de la baliza.

En el caso de que un posicionamiento de la radiobaliza apunte únicamente en dos dimensiones, entonces la relación (1) consta solo de tres incógnitas y solo tres satélites visibles son necesarios. De forma general, el número de satélites necesarios es igual al número de incógnitas de las que consta la relación (1). Si  $m$  es el número de coordenadas de la radiobaliza, el número de satélites visibles necesarios para deducir el posicionamiento de la radiobaliza será igual a  $1 + m$ .

En una variante de realización de la invención, la radiobaliza también puede incluir el tiempo de emisión  $T_e$  en el mensaje de alerta transmitido. En ese caso, la cuarta incógnita a resolver corresponde a la incertidumbre temporal entre  $T_e$  y los tiempos de recepción  $T_{Ri}$  debido a los asincronismos de los relojes satelitales con el reloj de la baliza.

De este modo, aplicando la invención con cuatro satélites visibles que constan únicamente de medios de recepción de un mensaje de alerta, es posible deshacerse por completo del uso de un receptor GNSS en la radiobaliza, lo que genera una clara ganancia en complejidad, autonomía y tiempo de procesamiento.

Las mediciones del tiempo de recepción se efectúan a bordo de los satélites y se retransmiten, con los mensajes de alerta y posiblemente las posiciones de los satélites en la estación terrestre que se encarga de llevar a cabo el procesamiento necesario para resolver el sistema de ecuaciones con cuatro incógnitas que permiten obtener el

posicionamiento de la baliza 101. Para este fin, la estación terrestre 203 constituye medios de procesamiento de la información recibida. Como alternativa, la resolución del sistema también puede efectuarse mediante la carga útil a bordo del satélite, que luego retransmite la información de posicionamiento de la baliza directamente a la estación terrestre.

5 En una variante de realización de la invención, las mediciones del tiempo de recepción pueden ser reemplazadas, en su totalidad o en parte, por mediciones de frecuencia Doppler. La velocidad de desplazamiento de un satélite sobre órbita media MEO es más lenta que la de un satélite sobre órbita baja LEO, sin embargo, la precisión asociada con estas mediciones Doppler es menor.

10 En la práctica, especialmente en un entorno urbano donde hay muchos obstáculos, el número de satélites visibles puede ser inferior a cuatro. En el caso de que a lo sumo tres satélites de retransmisión sean visibles, la presente invención permite complementar las medidas necesarias para la geolocalización de la baliza mediante medidas complementarias realizadas sobre la señal de radionavegación recibida por la baliza.

15 Se sabe que un receptor de señal de radionavegación utiliza las mediciones efectuadas sobre las señales procedentes de al menos cuatro satélites para determinar la información relativa a su posicionamiento. Para cada satélite, el instante de recepción de la señal por la baliza está vinculado al instante de emisión de la señal por el satélite y a la distancia entre el satélite y el receptor. Las coordenadas espaciales del satélite se transmiten en la señal que, por lo tanto, debe ser demodulada por completo por el receptor.

20 En el caso de la invención, las posiciones de los satélites son conocidas por la estación terrestre 203, ya sea por transmisión directa de esta información con el mensaje de alerta para los satélites que ejecutan esta funcionalidad, o bien, a través de efemérides. Por lo tanto, la señal de radionavegación recibida por la baliza no necesita una demodulación completa, sino únicamente una estimación de la diferencia entre el instante de emisión por el satélite y el instante de recepción por la baliza. Esta estimación se calcula a partir de la detección y datación de un pico de correlación en la señal recibida. A título de ejemplo, en una señal GALILEO, este pico de correlación, también llamado "pilot tone", aparece cada 4 ms. La datación del pico de correlación permite obtener información sobre el desfase temporal entre el tiempo de emisión por el satélite GNSS y el tiempo de recepción por la baliza. Sigue existiendo una ambigüedad temporal debido al hecho de que los relojes de los satélites y la baliza no son sincrónicos. No hay necesidad de eliminar esta ambigüedad ya que el  $T_e$  desconocido, se determina entonces directamente en el marco temporal del reloj del satélite. Esta información se transmite luego con el mensaje de alerta al satélite de retransmisión 102 y luego a la estación terrestre 203 y permite, en combinación con las mediciones efectuadas durante el tiempo de recepción del mensaje de alerta por el satélite, determinar el posicionamiento de la baliza.

El sistema de ecuaciones (1) se completa entonces con las siguientes ecuaciones:

$$T_{Rj}(\text{GNSS}) = D_j(\text{GNSS})/c + T_{ej}(\text{GNSS}) \quad (2)$$

35 Donde  $T_{Rj}(\text{GNSS})$  es el instante de recepción, por la baliza, de la señal de radionavegación emitida por el satélite GNSS de índice  $j$ ,  $T_{ej}(\text{GNSS})$  es su instante de emisión y  $D_j(\text{GNSS})$  es la pseudodistancia entre la baliza y el satélite GNSS  $j$ .

40 En una variante de realización de la invención, la radiobaliza sobre la vía ascendente puede transmitir una porción completa de señal de radionavegación de duración suficiente para medir un pico de correlación en la vía ascendente hasta el destino final de la estación terrestre, que será responsable de efectuar las mediciones. Esta variante constituye una solución más simple de implementar para la baliza, sin embargo, es mucho más costoso en volumen de datos retransmitidos sobre la vía ascendente, lo que puede ser restrictivo desde el punto de vista del ancho de banda disponible sobre la vía ascendente.

45 En la práctica, el sistema consta de cinco incógnitas, que son las tres coordenadas en el espacio de la baliza, el instante de emisión del mensaje de alerta y la ambigüedad temporal con respecto a la datación del pico de correlación de la señal de radionavegación. En ese caso, la invención puede implementarse en las siguientes configuraciones: tres satélites de retransmisión y dos satélites de radionavegación o dos satélites de retransmisión y tres satélites de radionavegación. Si un solo satélite de retransmisión es visible, entonces la radiobaliza tendrá que efectuar una búsqueda de cuatro satélites de radionavegación, como en un sistema GNSS convencional, pero no necesitará demodular las señales en su totalidad para obtener las posiciones exactas de los satélites como se mencionó anteriormente.

50 En una variante de realización de la invención, el instante de emisión del mensaje de alerta puede ser transmitido por la baliza, junto con dicho mensaje, en una unidad correspondiente a su reloj interno. El sistema consta entonces únicamente de cuatro incógnitas. La invención puede implementarse entonces en las siguientes configuraciones: tres satélites de retransmisión y un satélite de radionavegación o dos satélites de retransmisión y dos satélites de radionavegación o incluso un satélite de retransmisión y tres satélites de radionavegación.

55 De forma más general, si  $N$  es el número de satélites de retransmisión visibles para la radiobaliza, ésta debe efectuar al menos un número de  $5-N$  búsquedas de señales de radionavegación en el caso de que el instante de emisión del mensaje de alerta no se transmita y un número de  $4-N$  búsquedas en el caso contrario.

5 El modo de realización de la invención descrita anteriormente se basa en el ejemplo de un sistema de alerta de tipo SAR. Sin salir del ámbito de la invención, ésta también se aplica a cualquier sistema de recopilación de datos satelitales para el cual los datos se difunden desde una radiobaliza hacia medios de recepción ubicados a bordo de un satélite y retransmitidos hacia una estación terrestre. Además, la invención se aplica de forma idéntica a cualquier dispositivo equivalente a una radiobaliza, que consta, por un lado, de medios de generación, de datación y de transmisión de un mensaje hacia un satélite y, por otra parte, medios de recepción y de procesamiento de una señal de radionavegación proveniente de un satélite.

10 En resumen, el procedimiento y el sistema según la invención tienen la ventaja de reducir la complejidad de los tratamientos efectuados por la radiobaliza con vistas a su posicionamiento y también de reducir el tiempo de procesamiento necesario antes de la determinación de un primer punto de medición.

La invención utiliza las propiedades conjuntas de un sistema de alerta y de un sistema de radionavegación, los satélites de los dos sistemas están ubicados sobre la misma órbita terrestre media, lo que permite la visibilidad de un número suficiente de satélites desde un punto terrestre para determinar la información de posicionamiento mediante el cálculo de pseudodistancias.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de geolocalización de un dispositivo (101) que transmite una señal que contiene al menos un mensaje con destino a una pluralidad de satélites de retransmisión (102a, 102b, 102c, 102d, 102e) en una órbita terrestre media (MEO), visibles para dicho dispositivo, recibiendo dicho mensaje y retransmitiéndolo a unos medios de procesamiento (203), **caracterizado porque** consta al menos de las siguientes etapas:
- o la determinación de los instantes de recepción  $T_{Ri}$  de dicho mensaje por dichos satélites de retransmisión,
  - o la determinación de las pseudodistancias  $D_i$  entre dicho dispositivo (101) y dichos satélites de retransmisión por resolución del sistema de ecuaciones  $T_{Ri} = D_i/c + T_e$ , siendo  $c$  la velocidad de propagación de la señal transmitida,  $T_e$  el instante de emisión del mensaje por el dispositivo (101) e  $i$  variando de 1 al número  $N_{vis}$  de satélites de retransmisión visibles, en el que  $T_e$ , o como alternativa la incertidumbre temporal entre  $T_e$  y los tiempos de recepción  $T_{Ri}$ , es desconocido,
    - una etapa de búsqueda y adquisición, por unos medios de recepción de los que consta dicho dispositivo (101), de un número  $N$  de señales de radionavegación por satélite, siendo  $N$  al menos igual a  $2 + m - N_{vis}$  donde  $m$  es el número de coordenadas espaciales de dicho dispositivo (101) y  $N_{vis}$  el número de satélites de retransmisión visibles para el dispositivo (101),
    - la determinación de los desfases temporales entre la emisión de dichas señales de radionavegación y su recepción por dicho dispositivo (101),
    - la difusión por dicho dispositivo (101) de estos desfases temporales en dicho mensaje,
    - la determinación de la posición de dicho dispositivo (101) a partir de al menos dichas pseudodistancias  $D_i$ , de las coordenadas de posicionamiento de dichos satélites de retransmisión, y mediante la resolución adicional de las siguientes ecuaciones,  $T_{Rj}(GNSS) = D_j(GNSS)/c + T_{ej}(GNSS)$ , donde  $T_{Rj}(GNSS)$  es el instante de recepción, por la baliza, de la señal de radionavegación emitida por el satélite GNSS  $j$ ,  $T_{ej}(GNSS)$  es su instante de emisión y  $D_j(GNSS)$  es la pseudodistancia entre la baliza y el satélite GNSS  $j$ .
2. Procedimiento de geolocalización según la reivindicación 1 **caracterizado porque** los satélites de retransmisión (102a, 102b, 102c, 102d, 102e) forman parte de la constelación de un sistema de alerta y rescate SAR.
3. Procedimiento de geolocalización según una de las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizado porque** dicha señal es una señal de socorro que contiene un mensaje de alerta,
4. Procedimiento de geolocalización según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** la etapa de búsqueda y adquisición de señales de radionavegación por satélite es activada cuando el número  $N_{vis}$  de satélites de retransmisión visibles es estrictamente inferior a  $1+m$ .
5. Procedimiento de geolocalización según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el instante de emisión  $T_e$  de dicho mensaje es medido por dicho dispositivo (101) y transmitido en el mensaje con destino a dichos satélites de retransmisión que a su vez lo transmiten a dichos medios de procesamiento (203), siendo entonces el número mínimo  $N$  de señales de radionavegación buscadas reducido en uno cuando el número  $N_{vis}$  de satélites de retransmisión visibles para dicho dispositivo es estrictamente inferior a  $1+m$ .
6. Procedimiento de geolocalización según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** consta además de mediciones de la frecuencia de recepción de dicha señal emitida por dicho dispositivo (101) con destino a dichos satélites de retransmisión, efectuándose la determinación de la posición de dicho dispositivo (101) además a partir de estas mediciones y de la frecuencia de emisión de dicha señal.
7. Procedimiento de geolocalización según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** las informaciones de posición del dispositivo (101) son transmitidas con el mensaje hacia los satélites de retransmisión y luego hacia dichos medios de procesamiento (203).
8. Procedimiento de geolocalización según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** las coordenadas de posicionamiento de los satélites de retransmisión y/o de los satélites de radionavegación son determinadas a partir de las efemérides de estos satélites.
9. Sistema para la geolocalización de un dispositivo (101) **caracterizado porque** consta de un dispositivo (101) capaz de transmitir un mensaje, una pluralidad de satélites de retransmisión (102a, 102b, 102c, 102d, 102e) en una órbita terrestre media (MEO) capaces de recibir dicho mensaje y transmitirlo y unos medios de procesamiento (203) capaces de determinar la posición de dicho dispositivo, estando dicho sistema adaptado para implementar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Sistema según la reivindicación 9 **caracterizado porque** los satélites de retransmisión (102a, 102b, 102c, 102d, 102e) forman parte de la constelación de un sistema de alerta y rescate SAR.
11. Sistema según una de las reivindicaciones 9 o 10 **caracterizado porque** dichos medios de procesamiento (203) están ubicados a distancia de dichos satélites de retransmisión o están a bordo de dichos satélites de retransmisión.
12. Sistema según una de las reivindicaciones 9 a 11 **caracterizado porque** dichos satélites de retransmisión además

constan de unos medios de transmisión de una señal de radionavegación.

13. Sistema según una de las reivindicaciones 9 a 12 **caracterizado porque** dicho dispositivo es una radiobaliza y dicha señal es una señal de socorro que contiene un mensaje de alerta, transmitiendo dichos medios de procesamiento (203) dicho mensaje de alerta a un centro de control.



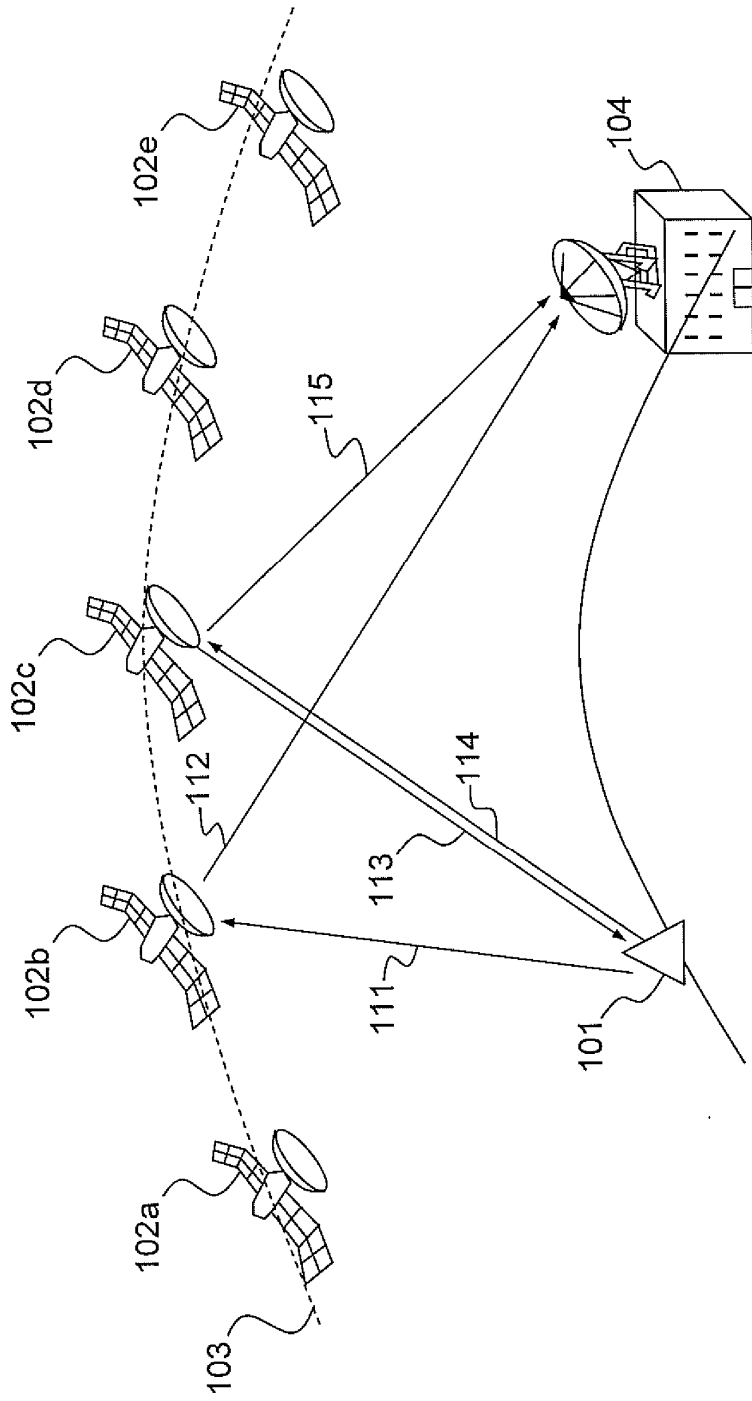


FIG.1

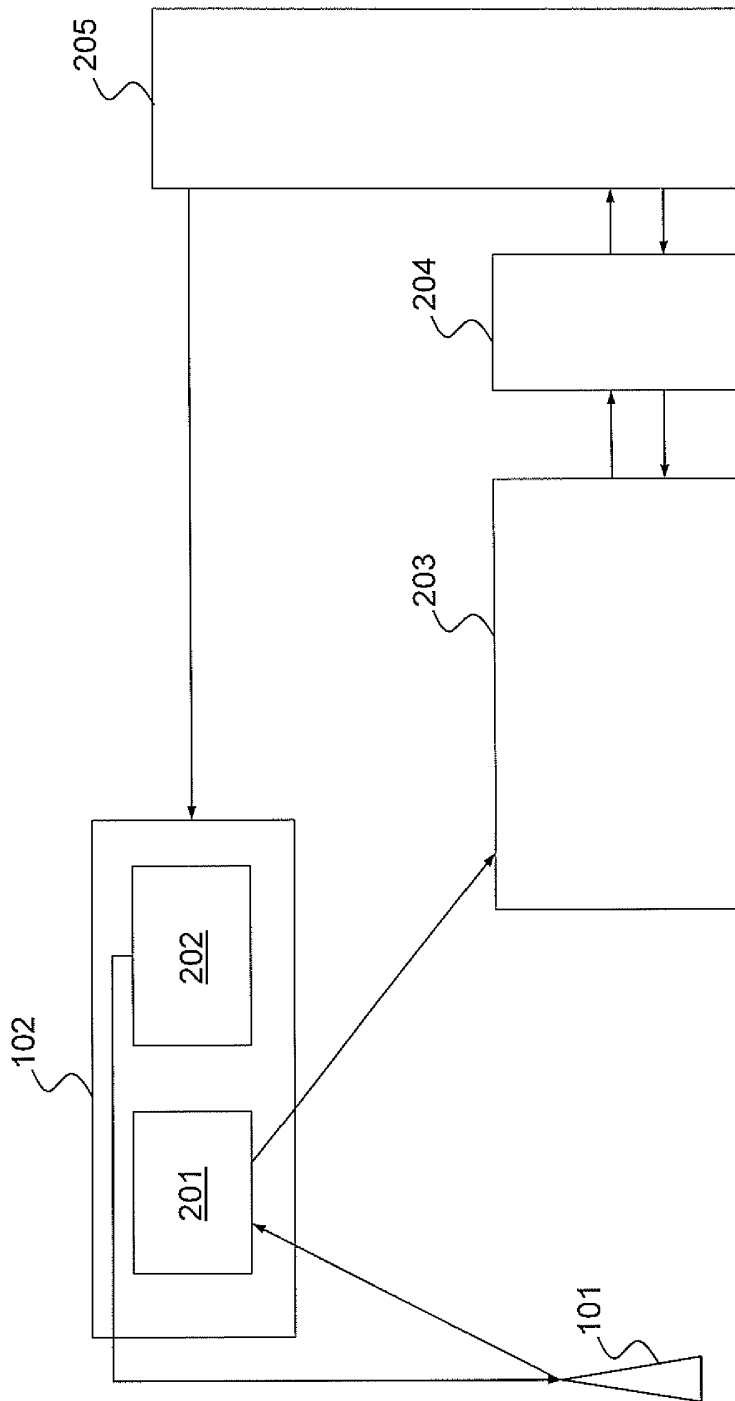


FIG.2