



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 280**

51 Int. Cl.:
G01S 19/40 (2006.01)
G01S 19/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02705891 .6**
96 Fecha de presentación : **17.01.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1417508**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2004**

54 Título: **Procedimiento y aparato para determinar la ubicación utilizando una estimación de la posición aproximada.**

30 Prioridad: **30.01.2001 US 773207**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.06.2011

73 Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es: **Vayanos, Alkinoos y**
Gaal, Peter

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 360 280 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 aparato para determinar la ubicación utilizando una estimación de la posición aproximada.

Antecedentes de la invención

I. Campo de la invención

- 5 La presente invención versa acerca de la ubicación de un dispositivo. Más en particular, la presente invención versa acerca de un procedimiento y un aparato para determinar la ubicación de un dispositivo utilizando una estimación de la posición aproximada del dispositivo y estimaciones de la ubicación de transmisores utilizados para determinar esa estimación aproximada.

II. Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un medio habitual mediante el cual localizar un dispositivo es para determinar la cantidad de tiempo requerido para que señales transmitidas desde múltiples fuentes en ubicaciones conocidas alcancen un receptor dentro del dispositivo que va a ser localizado. Un sistema que proporciona señales desde una pluralidad de transmisores de ubicación conocida es el bien conocido sistema de satélites de posicionamiento global (GPS). La posición de los satélites en el sistema GPS puede ser identificada mediante varias informaciones distintas, algunas más precisas que otras. Por ejemplo, se puede realizar una determinación razonablemente precisa de la localización de un satélite de GPS si se conoce la hora del día en la que está disponible un conjunto de información, conocida como "Efeméride". Las transmisiones procedentes de cada satélite proporcionan la hora del día y la Efeméride para el satélite transmisor particular. La Efeméride proporciona información que define las órbitas de los satélites particulares desde los que se recibió la Efeméride.

- 20 Además, todos los satélites transmiten otro conjunto de información, denominada "Almanaque". El Almanaque incluye información menos precisa acerca de la ubicación de todos los satélites en la "constelación". Tanto la información de Almanaque como de Efeméride es válida durante una cantidad limitada de tiempo. Se considera que la información de Almanaque es precisa hasta aproximadamente 3 kilómetros durante aproximadamente una semana desde el momento en el que se transmite el Almanaque. La Efeméride proporciona información acerca de las órbitas de los satélites con una precisión de aproximadamente 1 metro durante un periodo de tiempo igual a aproximadamente 2 horas. Los errores tanto en la información de Almanaque como en la información de Efeméride aumentan según aumenta la antigüedad de los datos. En consecuencia, la información acerca de la ubicación de los satélites es cada vez menos precisa según aumenta la antigüedad del Almanaque y de la Efeméride, a no ser que se reciba información actualizada a intervalos apropiados de tiempo.

- 30 Sin información precisa acerca de la ubicación de los satélites, la ubicación determinada en base a la recepción de señales transmitidas desde los satélites será imprecisa. Por lo tanto, es necesario recibir actualizaciones del satélite o, de forma alternativa, de una fuente alternativa. Una fuente alternativa tal es una estación base de un sistema de comunicaciones inalámbricas que tiene un receptor de GPS capaz de obtener la información requerida de los satélites de GPS. Sin embargo, que el dispositivo sea localizado para obtener la información a intervalos regulares consume recursos valiosos, tales como energía requerida para recibir la información, y ancho de banda requerido para transmitir la información desde una fuente remota hasta el dispositivo. En consecuencia, en la actualidad existe la necesidad de un medio mediante el cual se puedan llevar a cabo determinaciones precisas de la posición de un receptor con un consumo mínimo de recursos. Esta necesidad es particularmente aguda cuando se utilizan sistemas en los que los transmisores se mueven con el paso del tiempo y la ubicación de tales transmisores es conocida de forma precisa únicamente tras recibir actualizaciones procedentes de una fuente remota al dispositivo que lleva a cabo el cálculo de la localización. El procedimiento y el aparato dados a conocer en el presente documento satisfacen esta necesidad.

- 45 El documento US 6104978 describe un sistema de seguimiento de bienes por GPS (un automotor y una estación central) que opera al transmitir una posición aproximada del automotor a la estación central y al calcular una posición precisa utilizando las efemérides precisas de satélite y diferencias medidas del tiempo de transmisión derivadas nuevamente de la posición aproximada recibida del automotor en la estación central.

Resumen de la invención

En un aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para identificar la posición de un dispositivo como se expone en la reivindicación 1.

- 50 En otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de identificación de la posición como se expone en la reivindicación 8.

El procedimiento y el aparato dados a conocer en el presente documento permiten que se calcule la ubicación de un dispositivo de recepción del pseudoalcance (es decir, una estimación de la posición aproximada) utilizando información menos precisa. En un caso, la información menos precisa es el Almanaque o la Efeméride obsoletos. Como se ha hecho notar anteriormente, la información de Almanaque y de Efeméride proporciona la ubicación de la

posición de los transmisores de la ubicación, tal como satélites de GPS. El uso de ubicaciones imprecisas para los transmisores provoca errores en la determinación de la ubicación del dispositivo de recepción del pseudoalcance.

5 Según el procedimiento y el aparato dados a conocer en el presente documento, las correcciones a la estimación de la posición aproximada del dispositivo de recepción del pseudoalcance se llevan a cabo en una ubicación remota en la que hay disponible información más precisa. De forma alternativa, se pueden llevar a cabo tales correcciones en un momento remoto cuando hay disponible información más precisa. El procedimiento y el aparato dados a conocer dependen del conocimiento de los errores presentes en la información menos precisa (por ejemplo, el Almanaque y/o Efeméride antiguos) utilizada para calcular la estimación de la posición aproximada.

10 Una ventaja del procedimiento y del aparato dados a conocer es que se puede transmitir o almacenar una estimación aproximada de localización de la posición y una identificación suficiente de la información para calcular la estimación de la posición aproximada en mensajes relativamente cortos. En cambio, requiere mayor ancho de banda para transmitir a una ubicación que tiene información más precisa, las mediciones necesarias para calcular una estimación más precisa de la localización. De forma similar, requiere mayor capacidad de almacenamiento para almacenar las mediciones hasta que haya disponible información más precisa. En consecuencia, la presente invención proporciona un procedimiento y un aparato para ahorrar bien memoria o bien ancho de banda en el cálculo de estimaciones de la posición cuando no hay disponible información precisa en el momento o el lugar en el que se tomaron las mediciones.

Breve descripción de los dibujos

20 Las características, los objetivos y las ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando sea tomada junto con los dibujos en los que los números similares de referencia identifican elementos correspondientes en todo el documento y en los que:

La **FIG. 1** es una ilustración simplificada de un sistema que incluye un dispositivo de recepción del pseudoalcance dado a conocer en el presente documento.

25 La **FIG. 2** es un diagrama simplificado de bloques de un dispositivo de recepción del pseudoalcance y un dispositivo de identificación de la posición según el procedimiento y el aparato dados a conocer.

La **FIG. 3** es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento mediante el cual el dispositivo de identificación de la posición determina una estimación más precisa de la posición (es decir, la ubicación del dispositivo de recepción del pseudoalcance) en base a una estimación de la posición aproximada calculada en el dispositivo de recepción del pseudoalcance.

Descripción detallada de realizaciones preferentes

30 La Figura 1 es una ilustración simplificada de un sistema que incluye un dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance dado a conocer en el presente documento. El dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance recibe señales transmitidas por una pluralidad de transmisores 203a-203d (a los que se hace referencia colectivamente utilizando el número "203" de referencia) por medio de una antena 204. El dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance se comunica con un dispositivo 207 de identificación de la posición. El dispositivo 207 de identificación de la posición ayuda a determinar la posición del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance, como se explicará a continuación con más detalle.

40 En una realización de la presente invención, el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance es un teléfono móvil capaz de recibir señales procedentes de la pluralidad de transmisores 203. Sin embargo, se debería comprender que el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance puede ser cualquier dispositivo capaz de determinar los momentos de llegada de las señales recibidas con respecto a un tiempo de referencia. Por ejemplo, el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance puede ser un terminal de ordenador que tiene un módem inalámbrico, un receptor independiente de GPS, un receptor capaz de recibir señales procedentes de transmisores terrestres, o cualquier otro receptor de ese tipo. También se debe hacer notar que las estimaciones de la posición aproximada realizadas utilizando ubicaciones imprecisas del transmisor junto con alcances reales, a diferencia de los pseudoalcances, pueden ser corregidas utilizando el procedimiento y el aparato dados a conocer.

45 La diferencia entre un tiempo de referencia y el momento en el que se recibe la señal es conocida habitualmente como el "pseudoalcance". El tiempo de referencia puede ser cualquier momento, mientras que el tiempo de referencia sea común a todas las mediciones de pseudoalcance que se lleven a cabo (o se pueden ajustar las mediciones de pseudoalcance para compensar las diferencias en los tiempos de referencia utilizados). El término pseudoalcance se utiliza para indicar que la cantidad exacta de tiempo entre la transmisión y la recepción no puede ser determinada, normalmente debido a desajustes en los relojes utilizados en el transmisor y en el receptor.

50 Además de la posición real de cada transmisor 203, la Figura 1 ilustra una posición estimada de cada transmisor 205a-205d (a los que se hace referencia colectivamente utilizando el número "205" de referencia). En el caso en el que los transmisores son satélites, tales como satélites de GPS, se puede identificar la posición de los satélites por

medio de varias informaciones distintas, algunas más precisas que otras. Por ejemplo, se puede realizar una determinación razonablemente precisa de la ubicación de un satélite de GPS si están disponibles la hora del día y la información, conocida como la "Efeméride". Sin embargo, la información de Almanaque es válida durante una cantidad limitada de tiempo. Se puede realizar una determinación menos precisa si están disponibles la hora del día y la información de "Almanaque". Sin embargo, tanto la información de Almanaque como de Efeméride son válidas durante un tiempo limitado.

El procedimiento y el aparato dados a conocer en el presente documento proporcionan un medio mediante el cual se puede calcular la ubicación de un dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance (es decir, una estimación de la posición aproximada) utilizando información menos precisa acerca de la ubicación de los satélites (tal como un Almanaque antiguo o una Efeméride antigua). Dado que se utilizan los pseudoalcances y las ubicaciones imprecisas de cada transmisor para determinar la estimación de la posición aproximada del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance, los errores en las ubicaciones de los transmisores 203 se traducirán en errores en el cálculo de la posición del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance.

Entonces, se realizan las correcciones a la estimación de la posición aproximada del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance en base al conocimiento de la cantidad de error presente en la información menos precisa (por ejemplo, el Almanaque antiguo y/o la Efeméride antigua) utilizada para calcular la estimación de la posición aproximada.

En una realización del procedimiento y del aparato descritos en el presente documento, se realizan las correcciones en el dispositivo 207 de identificación de la posición. Sin embargo, el dispositivo 207 de identificación de la posición puede estar ubicado remotamente con respecto al dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. Sin embargo, el dispositivo 207 de identificación de la posición puede estar ubicado junto al dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance en algunas realizaciones del procedimiento y del aparato dados a conocer.

La Figura 2 es un diagrama simplificado de bloques de un dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance y de un dispositivo 207 de identificación de la posición según el procedimiento y el aparato dados a conocer. El dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance puede ser un componente de un terminal de un sistema de comunicaciones inalámbricas, tal como un teléfono inalámbrico o un ordenador que utiliza un módem inalámbrico. De forma alternativa, el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance puede ser una unidad individual de determinación de la posición de la ubicación, tal como un receptor individual de GPS. El dispositivo 207 de identificación de la posición puede ser un componente (tal como un "Equipo de determinación de la posición" denominado habitualmente "PDE") de un subsistema de estación base de transmisión (BTS), de controlador de estación base (BSC), o de controlador de conmutación móvil (MSC) de un sistema de comunicaciones inalámbricas. De forma alternativa, el dispositivo 207 de identificación de la posición puede ser un componente del terminal, y estar ubicado junto al mismo, del sistema de comunicaciones inalámbricas u otro dispositivo que incluya el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. Un ejemplo de un sistema en el que el dispositivo 207 de identificación de la posición y el dispositivo de recepción del pseudoalcance están ubicados juntos es un sistema en el que no hay disponible en la actualidad información precisa acerca de la ubicación de los transmisores 203 cuando se realizan las mediciones. Sin embargo, la información precisa estará disponible en algún momento en el futuro. En consecuencia, se calcula una estimación de la posición aproximada inmediatamente tras realizar la medición del pseudoalcance (o mediciones de alcance real). Entonces, se almacena la estimación de la posición aproximada hasta que haya disponible información más precisa acerca de la ubicación de los transmisores 203.

El dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance está acoplado a una antena 204, e incluye un receptor 303, un circuito 305 de procesamiento, una memoria 307 de procesamiento y un puerto 309 de comunicaciones. La antena 204 recibe señales procedentes de los transmisores 203 (mostrados en la Figura 1). Las señales recibidas están acopladas desde la antena 204 al receptor 303. El receptor 303 incluye toda la circuitería de radiofrecuencia (u otra circuitería de recepción de ese tipo si las señales no son señales de radiofrecuencia) necesaria para determinar la información en las señales recibidas. Entonces, se acopla la información al circuito 305 de procesamiento. El circuito 305 de procesamiento calcula las posiciones. Tales cálculos pueden incluir cálculos que se pretende que proporcionen pseudoalcances al dispositivo 207 de identificación de la posición. De forma alternativa, o además de los pseudoalcances, los cálculos de posición pueden incluir estimaciones de la posición aproximada que indican la posición del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. Tales estimaciones de la posición aproximada tienen un error relativamente grande debido a errores grandes en las supuestas posiciones de los transmisores 203.

Según una realización del procedimiento y del aparato dados a conocer, el circuito 305 de procesamiento calcula la posición al ejecutar instrucciones de programa almacenadas en la memoria 307 de procesamiento. Sin embargo, los expertos en la técnica comprenderán que el circuito 305 de procesamiento del procedimiento y del aparato dados a conocer puede incluir la memoria de procesamiento requerida para almacenar las instrucciones de programa, o que el circuito 305 de procesamiento puede ser una máquina de estados o circuitería dedicada que no requiere instrucciones de programa para calcular la posición.

Los resultados de los cálculos de la determinación de la posición están acoplados al puerto 309 de comunicaciones en el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. El puerto 309 de comunicaciones es simplemente una interfaz

de comunicaciones que acopla los resultados de los cálculos de determinación de la posición con un puerto 311 de comunicaciones en el dispositivo 207 de identificación de la posición. De forma similar, el puerto 311 de comunicaciones es una interfaz de comunicaciones entre el puerto 309 de comunicaciones y el dispositivo 207 de identificación de la posición.

- 5 Además del puerto 311 de comunicaciones, el dispositivo 207 de identificación de la posición también incluye un circuito 313 de procesamiento y una memoria 315 de procesamiento. Sin embargo, se debe hacer notar que el circuito 305 de procesamiento puede ser capaz de comunicarse directamente con el dispositivo 207 de identificación de la posición sin la necesidad de un puerto discreto de comunicaciones. Este puede ser el caso en circunstancias en los que el dispositivo 207 de identificación de la posición y el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance están ubicados juntos. Sin embargo, se debería comprender que este también puede ser el caso en realizaciones del procedimiento y del aparato dados a conocer en las que el dispositivo 207 de identificación de la posición y el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance no están ubicados juntos.

- 10 El puerto 311 de comunicaciones en el dispositivo 207 de identificación de la posición está acoplado al circuito 313 de procesamiento. Como es el caso con el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance, el circuito 313 de procesamiento del dispositivo 207 de identificación de la posición puede ser capaz de comunicarse directamente con el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance, lo que hace que el puerto 311 de comunicaciones del dispositivo 207 de identificación de la posición sea innecesario.

- 15 El circuito 313 de procesamiento recibe los resultados de los cálculos de determinación de la posición llevados a cabo en el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. Además, el circuito 313 de procesamiento en el dispositivo 207 de identificación de la posición recibe una copia de la información que fue utilizada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance para llevar a cabo los cálculos de determinación de la posición. Los expertos en la técnica comprenderán que la información utilizada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance puede ser el Almanaque (y el momento en el que es válido el Almanaque), la Efeméride (y el momento en el que es válida la Efeméride), o cualquier otra información que el circuito 305 de procesamiento en el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance podría utilizar para estimar la ubicación de los transmisores 203 (mostrados en la Figura 1). Esta información puede ser proporcionada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance junto con los resultados de los cálculos de la determinación de la posición. También debería comprenderse que en algunas realizaciones, puede no ser necesario explicitar qué información fue utilizada, dado que se pueden utilizar otros indicadores para deducir qué información fue utilizada. Por ejemplo, el momento en el que se transmiten las estimaciones de la posición aproximada a un dispositivo 207 de identificación de la posición puede ser suficiente para permitir que el dispositivo 207 de identificación de la posición deduzca correctamente qué Almanaque o Efeméride fue utilizado para calcular la estimación de la posición aproximada. Además, en algunas realizaciones del procedimiento y del aparato dados a conocer, el dispositivo 207 de identificación de la posición puede ser responsable para transmitir al dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance la información utilizada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance para calcular la estimación de la posición aproximada. Por lo tanto, no habría ninguna necesidad del dispositivo de recepción del pseudoalcance para decir al dispositivo 207 de identificación de la posición qué información fue utilizada.

- 20 En una realización del procedimiento y del aparato dados a conocer, el dispositivo 207 de identificación de la posición recibe esta información antes de la recepción de los resultados de los cálculos de la determinación de la posición. Además, la información utilizada por el circuito 305 de procesamiento puede ser recibida en el dispositivo 207 de identificación de la posición procedente de una fuente distinta del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance en un enlace de comunicaciones que no es mostrado en aras de la sencillez. Por ejemplo, la información puede ser recibida directamente por el dispositivo 207 de identificación de la posición procedente de los transmisores 203. De forma alternativa, la información puede ser recibida por el dispositivo 207 de identificación de la posición procedente de una fuente que es distinta de cualquiera de los componentes mostrados en la figura 1, tal como un componente (no mostrado) de una estación base de un sistema de comunicaciones inalámbricas.

- 25 En una realización del procedimiento y del aparato dados a conocer, el dispositivo 207 de identificación de la posición puede tener más de un conjunto de información (es decir, varias versiones del Almanaque, una cualquiera de las cuales puede haber sido utilizada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance para llevar a cabo el cálculo de la determinación de la posición). En este caso, el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance puede necesitar proporcionar información adicional al dispositivo 207 de identificación de la posición. Tal información adicional indicaría qué información, de entre la información disponible al dispositivo 207 de identificación de la posición, fue utilizada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance para llevar a cabo el cálculo de la determinación de la posición.

- 30 La Figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento mediante el cual el dispositivo 207 de identificación de la posición determina una estimación más precisa de la posición (es decir, la ubicación del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance) en base a una estimación de la posición aproximada calculada en el dispositivo de recepción del pseudoalcance.

Como se ha hecho notar anteriormente, el dispositivo 207 de identificación de la posición recibe en primer lugar procedentes del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance los resultados del cálculo de la determinación de la posición (tal como una estimación de la posición aproximada) (ETAPA 401). El dispositivo 207 de identificación de la posición también recibe información que indica qué datos fueron utilizados para llevar a cabo el cálculo de la determinación de la posición (por ejemplo, qué versión del Almanaque o de la Efeméride fue utilizada para determinar una estimación de la posición aproximada) y el momento en el que fueron tomadas las mediciones del pseudoalcance (ETAPA 403). A continuación, el dispositivo 207 de identificación de la posición determina una estimación más precisa de la ubicación de los transmisores 203 (ETAPA 405). Esta determinación puede ser realizada utilizando la información de Almanaque o de Efeméride que es más precisa durante el momento en el que se tomaron las mediciones del pseudoalcance por medio del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. En una realización, el dispositivo 207 de identificación de la posición mantiene un registro de Almanaque y de Efeméride transmitidos por los satélites de la constelación de GPS. Tal registro permite que el dispositivo 207 de identificación de la posición utilice el Almanaque y la Efeméride más precisos para corregir el cálculo de la determinación de la posición recibido procedente del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance de la forma descrita a continuación.

Una vez que el dispositivo 207 de identificación de la posición tiene información relativamente precisa acerca de la posición de los transmisores 203 e información acerca de la posición 205 (véase la Figura 1) en la que el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance supone que están los transmisores, el dispositivo 207 de identificación de la posición puede intentar corregir el cálculo de la determinación de la posición recibida procedente del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance.

La corrección del cálculo de la determinación de la posición se realiza al calcular en primer lugar un "error de pseudoalcance equivalente". Se calcula un error de pseudoalcance equivalente para cada transmisor 203. La Figura 1 muestra un transmisor en un punto que representa la estimación "más precisa" de la ubicación del transmisor 203. La Figura 1 también muestra al transmisor en los puntos 205a-205d (a los que se hace referencia colectivamente mediante el número "205" de referencia) que representan una estimación menos precisa de la localización utilizada por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance para llevar a cabo los cálculos de determinación de la posición. Se debe hacer notar que el transmisor 203a y el transmisor 205a corresponden a estimaciones de localización de la posición para los mismos satélites (como se ilustra por el hecho de que se muestra el transmisor en la ubicación 205a a trazos). Sin embargo, se percibe que la ubicación del transmisor es distinta dependiendo de si la ubicación del transmisor ha sido calculada utilizando información más o menos actualizada (es decir, utilizando Almanaques y Efemérides que son precisos, o no, en el momento en el que se tomó la medición del pseudoalcance).

El dispositivo 207 de identificación de la posición identifica un "vector de error de la posición del transmisor" 209a-209d (a los que se hace referencia colectivamente mediante el número "209" de referencia) asociado con cada transmisor 203, estando formado el vector entre los dos puntos 203, 205. Entonces, se proyecta el vector de error de la posición del transmisor asociado con cada transmisor 203 sobre un vector unitario en la dirección de la línea 211a-211d (a las que se hace referencia colectivamente mediante el número "211" de referencia) entre el transmisor 203 y el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. Esta proyección se representa en la Figura 1 mediante una línea discontinua 213 entre el punto 205 y un punto en la línea 211, estando seleccionado el punto en la línea 211 de forma que la línea 213 es perpendicular a la línea 211.

Los expertos en la técnica comprenderán que la proyección tiene una magnitud representada por las flechas 215a-215d de doble punta (a las que se hace referencia colectivamente como el número "215" de referencia) mostradas en la Figura 1. Esta magnitud representa el valor del error de pseudoalcance equivalente. Esta magnitud tiene bien un valor positivo o bien negativo dependiendo de la convención de signos seleccionada.

Debido a la distancia relativamente grande entre los transmisores 203 y el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance y el dispositivo 207 de identificación de la posición, la dirección del vector unitario podría ser definida, de forma alternativa, por la línea entre el punto 205 y el dispositivo 207 de identificación de la posición. La dirección del vector unitario también podría definirse por la línea entre el punto 205 y el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance. Además, la dirección del vector unitario podría definirse por medio de la línea entre el punto 203 y el dispositivo 207 de identificación de la posición. Además, la dirección del vector unitario podría definirse por medio de la línea entre el punto 203 o 205 y una estación base de un sistema de comunicaciones inalámbricas con la que el dispositivo de recepción del pseudoalcance se encuentra en comunicación. Todas estas direcciones serán esencialmente idénticas, aunque eso no parece ser el caso en la Figura 1 debido a la distorsión de las distancias relativas entre los elementos mostrados. Es decir, la distancia entre los transmisores y los dispositivos 201, 207 es mucho mayor que la distancia entre los puntos 203 y 205. Además, la distancia entre los transmisores y cualquiera de los dispositivos 201, 207 es mucho mayor que la distancia entre los dispositivos 201 y 207.

Una vez se ha calculado el valor del error de pseudoalcance equivalente para cada uno de los transmisores, se aplica el valor a un algoritmo de estimación lineal, tal como el algoritmo bien conocido de "Mínimos cuadrados medios" utilizado habitualmente para determinar la ubicación de un receptor de GPS a partir de valores de pseudoalcance con respecto a los satélites de GPS (ETAPA 409).

A continuación hay una descripción más detallada del procedimiento utilizado para calcular la ubicación del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance en base a: (1) conocimiento de las estimaciones imprecisas de la ubicación de los transmisores, tal como satélites de GPS en un ejemplo, utilizadas para calcular una ubicación errónea para el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance; (2) el momento en el que se tomaron las mediciones del pseudoalcance; y (3) un conocimiento más preciso de la ubicación de los satélites de GPS en el momento en el que se tomaron las mediciones del pseudoalcance.

Se debería comprender que existe una suposición de que solo necesitan tenerse en cuenta los componentes radiales de los errores de localización del transmisor. El propósito del procedimiento y del aparato dados a conocer en el presente documento es obtener una desviación en la posición del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance y añadir esa desviación al cálculo de la determinación de la posición proporcionado al dispositivo 207 de identificación de la posición por medio del dispositivo de recepción del pseudoalcance. Para este ejemplo, la suposición es que los transmisores son satélites de GPS. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que este procedimiento podría ser utilizado con cualquier transmisor móvil para el que hay disponible información de ubicación que cuya antigüedad va aumentando.

$\bar{s}_s^a = \left[\begin{array}{ccc} x_s^a & y_s^a & z_s^a \end{array} \right]$ es la ubicación derivada del almanaque y b_s^a es la tendencia de reloj.

$\bar{s}_s^e = \left[\begin{array}{ccc} x_s^e & y_s^e & z_s^e \end{array} \right]$ es la ubicación derivada de la efeméride y b_s^e es la tendencia de reloj para el iésimo satélite en el momento en el que se tomaron las mediciones del pseudoalcance.

$\bar{u}^a = \left[\begin{array}{cccc} x_u^a & y_u^a & z_u^a & b_u^a \end{array} \right]$ es la ubicación del dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance obtenida por el dispositivo 201 de recepción del pseudoalcance cuando ejecuta un algoritmo de Mínimo cuadrado medio (LMS) con mediciones del pseudoalcance realizadas en las señales recibidas procedentes de los satélites y las ubicaciones de los satélites obtenidas del almanaque.

$\bar{u}^{inic} = \left[\begin{array}{ccc} x_u^{inic} & y_u^{inic} & z_u^{inic} \end{array} \right]$ es una estimación inicial de la ubicación del usuario. Para esta estimación inicial, se puede utilizar la ubicación \bar{u}^a . Sin embargo, los expertos en la técnica comprenderán que esta estimación puede derivarse de otras fuentes, tal como las mediciones de alcance llevadas a cabo en una red de comunicaciones terrestres.

El error de medición debido a la diferencia entre la ubicación del satélite i según se determina en base al Almanaque y la ubicación del satélite i según se determina en base a la Efeméride es dado por:

$$\varepsilon_i = \left(\bar{s}_i^e - \bar{s}_i^a \right) \cdot \frac{\bar{s}_i^a - \bar{u}^{inic}}{\left| \bar{s}_i^a - \bar{u}^{inic} \right|} + \left(b_{s_i}^e - b_{s_i}^a \right) \cdot c$$

en la que c está definido como la velocidad de la luz.

Estos errores pueden combinarse en el vector de columna $\bar{\varepsilon}$.

La matriz de la geometría es:

$$H = \left[\begin{array}{ccc} \frac{x_u^{inic} - x_{s_1}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_1^a \right|} & \frac{y_u^{inic} - y_{s_1}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_1^a \right|} & \frac{z_u^{inic} - z_{s_1}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_1^a \right|} & -1 \\ \frac{x_u^{inic} - x_{s_2}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_2^a \right|} & \frac{y_u^{inic} - y_{s_2}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_2^a \right|} & \frac{z_u^{inic} - z_{s_2}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_2^a \right|} & -1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{x_u^{inic} - x_{s_n}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_n^a \right|} & \frac{y_u^{inic} - y_{s_n}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_n^a \right|} & \frac{z_u^{inic} - z_{s_n}^a}{\left| \bar{u}^{inic} - \bar{s}_n^a \right|} & -1 \end{array} \right]$$

En base a la suposición de linealidad, la estimación óptima del error de posición resultante a partir de los errores de posición del satélite va a ser:

$$\delta \hat{u}^T = (H^T \cdot R^{-1} \cdot H)^{-1} \cdot H^T \cdot \bar{\varepsilon}$$

5 en la que R es la matriz de la covarianza de las mediciones de los satélites. Por lo tanto, la estimación final de la posición del usuario obtenida utilizando la posición del satélite derivada de la efeméride será:

$$\hat{u}^c = \bar{u}^c + \delta \hat{u}$$

Los expertos en la técnica reconocerán que la validez de este cálculo se anula una vez el error de la posición del satélite se vuelve mayor que unos pocos kilómetros.

10 Se ha proporcionado la anterior descripción de las realizaciones preferentes para permitir a cualquier experto en la técnica realizar o utilizar la presente invención. Para los expertos en la técnica serán evidentes fácilmente diversas modificaciones para estas realizaciones, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin el uso de la facultad inventiva. Por lo tanto, no se pretende que la presente invención esté limitada a las realizaciones mostradas en el presente documento sino que se le debe conceder el mayor alcance coherente con los principios y las características novedosas dados a conocer en el presente documento.

15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para identificar la posición de un dispositivo (201) operable para recibir señales procedentes de un transmisor (203), que comprende:
 - 5 a) recibir (401), en un dispositivo (207) de identificación de la posición, una estimación de la posición aproximada para el dispositivo (201), y
 - b) recibir, en el dispositivo (207) de identificación de la posición, información que identifica datos utilizados para calcular la estimación de la posición aproximada, **caracterizado por:**
 - 10 c) calcular (407) un error (215) de pseudoalcance al proyectar un vector (209) de error de la posición del transmisor formado entre un primer punto (203) y un segundo punto (205) sobre un vector unitario (211) definido a partir del primer punto (203) en la dirección de un tercer punto, en el que el primer punto (203) es una primera estimación de la posición del transmisor, el segundo punto (205) es una segunda estimación de la posición del transmisor, y el tercer punto es una estimación de la posición del dispositivo (201), de la posición del dispositivo (207) de identificación de la posición, o de la posición de una estación base con la que está en comunicación el dispositivo (201); y
 - 15 d) aplicar (409) el error (215) de pseudoalcance a un algoritmo de estimación lineal para calcular una desviación ($\delta\hat{u}$) a partir de la estimación de la posición aproximada y para identificar una estimación más precisa de la posición.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que:
 - 20 la estimación de la posición aproximada se calcula en base a estimaciones de la posición de los transmisores (203A-203D) y al momento de llegada de señales transmitidas por los transmisores (203A-203D); y
 - la información comprende datos utilizados para calcular la estimación de la posición aproximada.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los datos utilizados para calcular la estimación de la posición aproximada es un Almanaque.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los datos utilizados para calcular la estimación de la posición aproximada es una Efeméride.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se almacena la estimación de la posición aproximada hasta que hay disponibles datos más precisos que los datos utilizados para calcular la estimación de la posición aproximada.
- 30 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el dispositivo (201) es un dispositivo (201) de recepción del pseudoalcance.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el dispositivo (207) de identificación de la posición es remoto con respecto al dispositivo (201) en el que se calcularon las estimaciones de la posición aproximada.
8. Un dispositivo (207) de identificación de la posición que comprende:
 - 35 a) un receptor (311); y
 - b) un procesador (315) acoplado al receptor (311) y configurado para aceptar estimaciones de la posición aproximada de un dispositivo (201) operable para recibir señales procedentes de un transmisor (203) e información que identifica los datos utilizados para calcular las estimaciones de la posición aproximada, y para calcular una estimación más precisa de la posición para el dispositivo (201) a partir de
 - 40 datos utilizados para calcular las estimaciones de la posición aproximada y estimaciones recibidas de la posición aproximada, **caracterizado porque:**
 - el procesador (315) es operable para calcular la estimación más precisa de la posición al:
 - 45 calcular (407) un error (215) de pseudoalcance al proyectar un vector (209) de error de la posición del transmisor formado entre un primer punto (203) y un segundo punto (205) sobre un vector unitario (211) definido a partir del primer punto (203) en la dirección de un tercer punto, en el que el primer punto (203) es una primera estimación de la posición del transmisor, el segundo punto (205) es una segunda estimación de la posición del transmisor, y el tercer punto es una estimación de la posición del dispositivo (201), de la posición del dispositivo (207) de identificación de la posición, o de la posición de una estación base con la que está en comunicación el dispositivo (201); y

aplicar (409) el error (215) de pseudoalcance a un algoritmo de estimación lineal para calcular una desviación $(\delta\hat{u})$ a partir de la estimación de la posición aproximada y para identificar la estimación más precisa de la posición.

9. Un sistema que comprende:

5 un dispositivo (207) de identificación de la posición según la reivindicación 8; y
un dispositivo (201) de recepción del pseudoalcance, en el que
se calculan las estimaciones de la posición aproximada en el dispositivo (201) de recepción del pseudoalcance.

10 **10.** El sistema de la reivindicación 9, en el que las estimaciones de la posición aproximada se calculan en base a estimaciones de la posición de los transmisores (203A-203D) y al momento de llegada de señales transmitidas por los transmisores (203A-203D).

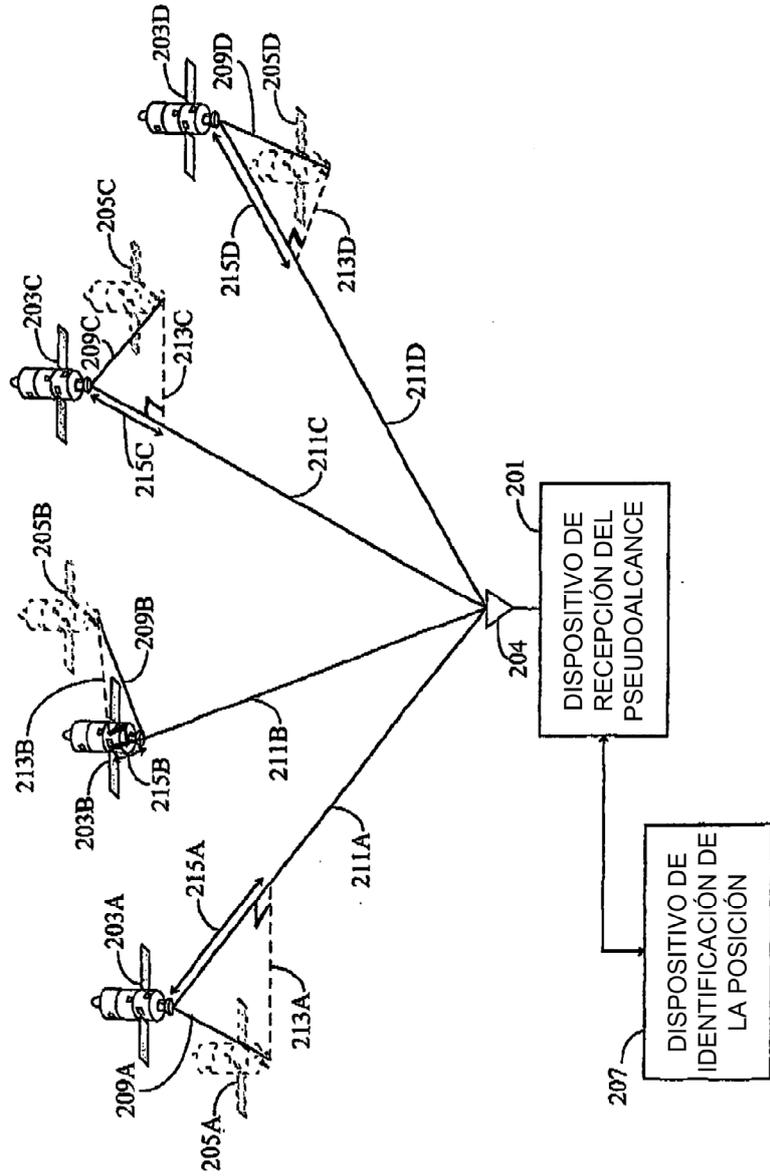


FIG. 1

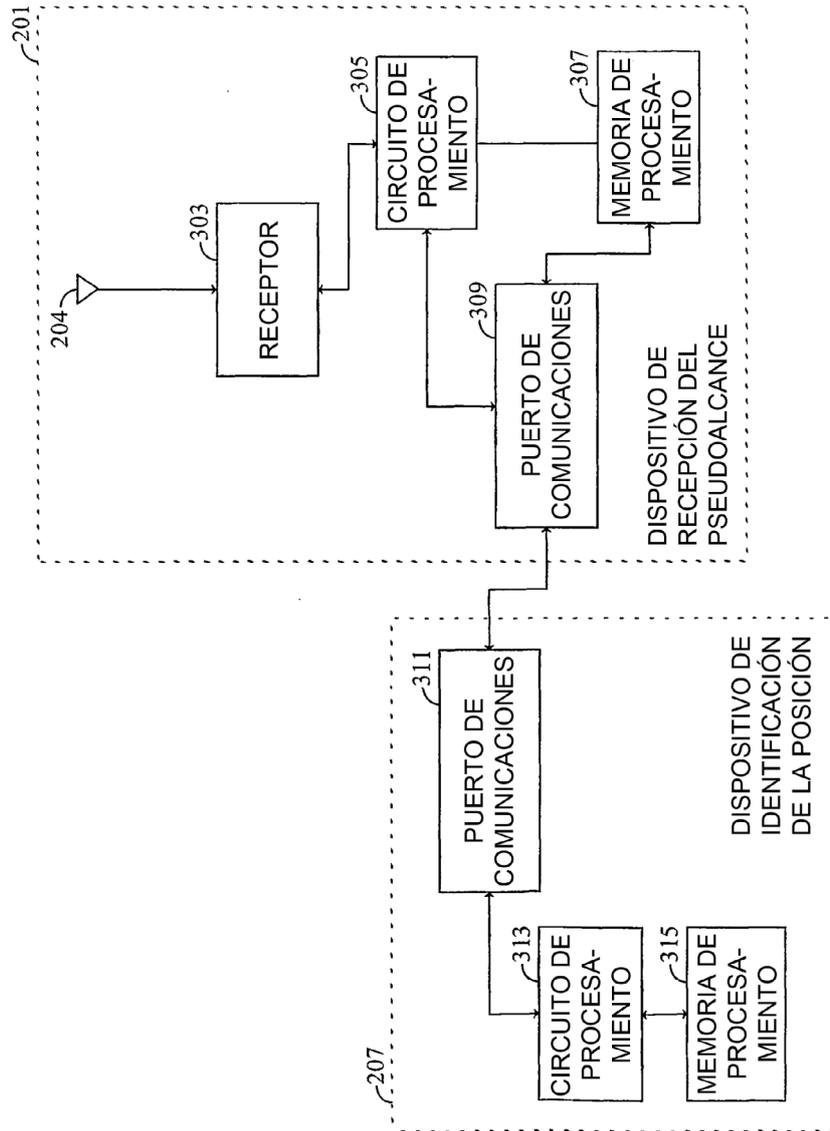


FIG. 2

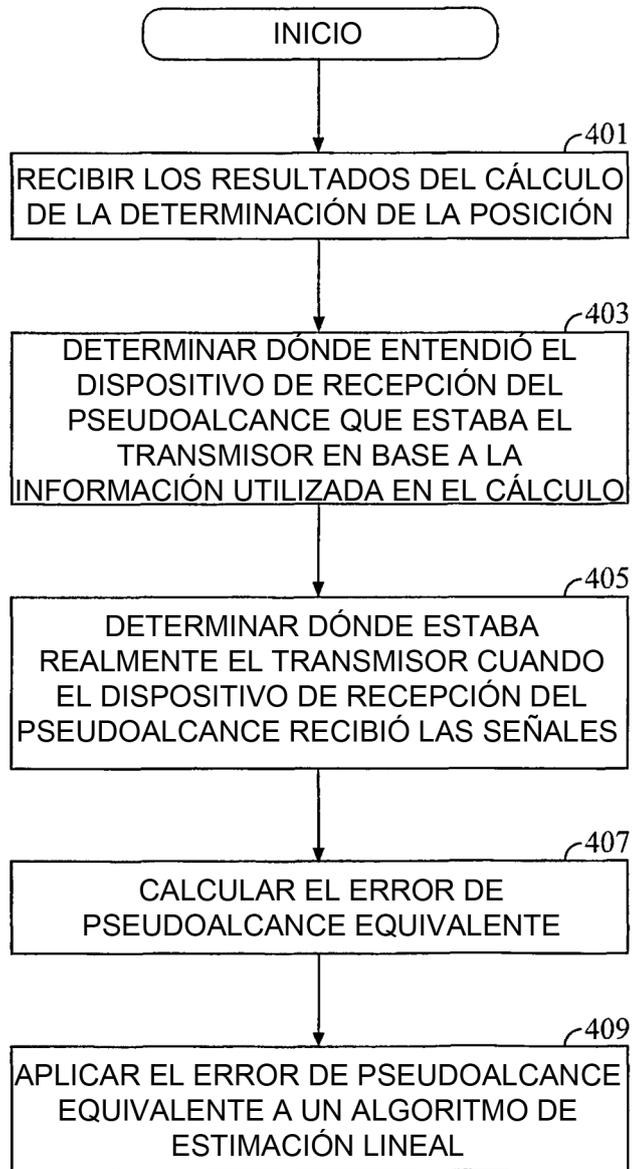


FIG. 3