(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 291 030**

(51) Int. Cl.:
G01S 5/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **99927073 .9**
(86) Fecha de presentación : **13.04.1999**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1145035**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **17.10.2001**

(54) Título: **Procedimiento y sistema para usar información de altitud en un sistema de posicionamiento por satélite.**

(30) Prioridad: **05.05.1998 US 73107**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2008

(73) Titular/es: **Snaptrack, Inc.**
Suite 250, 4040 Moorpark Avenue
San Jose, California 95117, US

(72) Inventor/es: **Sheynblat, Leonid**

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para usar información de altitud en un sistema de posicionamiento por satélite.

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de posicionamiento por satélite que usan el aumento o la ayuda de la información relativa a la altitud de un receptor de un sistema de posicionamiento por satélite.

Los sistemas convencionales de posicionamiento por satélite (SPS) tales como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los Estados Unidos usan señales provenientes de satélites para determinar su posición. Los receptores SPS convencionales normalmente determinan su posición mediante el cálculo de tiempos de llegada relativos de las señales transmitidas de manera simultánea desde una multiplicidad de satélites GPS que orbitan la Tierra. Estos satélites transmiten, como parte de su mensaje, tanto datos de posicionamiento de satélite así como datos acerca de la temporización horaria que especifica la posición de un satélite a ciertas horas; a menudo se hace referencia a estos datos como datos de efeméride de satélite. Los receptores convencionales SPS de manera típica buscan y adquieren las señales SPS, leen los datos de efeméride para una multiplicidad de satélites, determinan los pseudorrangos para estos satélites y calculan la localización de los receptores SPS a partir de los pseudorrangos y de los datos de efeméride de los satélites.

Los sistemas SPS convencionales a veces usan ayuda de altitud para ayudar en dos situaciones: un caso de mala geometría de satélite o de carencia de medidas para posicionamiento en tres dimensiones. Para la mayoría de los casos, la mala geometría de satélite está provocada por una pobre capacidad de observación en la posición vertical. Por ejemplo, si los vectores unitarios a todos los satélites que se estén usando en la solución caen sobre un cono de ángulo mitad arbitrario, entonces es posible colocar un plano sobre la parte superior de las puntas de los vectores unitarios si los vectores unitarios solamente abarcan un espacio de dos dimensiones. El error en la tercera dirección o dimensión que es perpendicular al plano, no puede observarse; se hace referencia a esto como una condición de singularidad. En entornos de cañón urbano con edificios altos que rodean la antena del receptor GPS, los únicos satélites que son visibles son aquéllos a altos ángulos de elevación. Estas condiciones de la señal son similares a la condición de singularidad anteriormente descrita en este documento. También, los grandes errores multitrayecto tienden a causar grandes errores en la dirección vertical.

La ayuda convencional de altitud se basa en una pseudomedida de la altitud que se puede visualizar como una superficie de una esfera con su centro en el centro de la Tierra. Esta esfera tiene un radio que incluye el radio de la Tierra y una altitud con respecto a la superficie de la Tierra que está típicamente definida por un elipsoide (WGS84 es uno de los modelos elipsoidales). Existen numerosas técnicas que se encuentran disponibles para realizar la ayuda de altitud, pero todas las técnicas dependen de un conocimiento *a priori* de la altitud requerida para definir la superficie de una esfera que es una magnitud de la pseudomedida de altitud. De manera típica, el operador del receptor GPS puede suministrar manualmente una altitud estimada o se puede fijar a algún valor prefijado, tal como la superficie de la Tierra o se puede fijar a una altitud de una solución previa en tres dimensiones.

La tecnología GPS anterior también ha usado ayuda de altitud en el caso en el que un receptor móvil GPS reciba señales GPS pero no calcule su posición, y depende de una estación base para realizar los cálculos de la posición para ello. La Patente de los Estados Unidos número 5.225.842 correspondiente al documento EP 0512 789 A2 describe un sistema tal que usa la ayuda de altitud con el fin de permitir el uso de solamente tres satélites GPS. La altitud estimada de manera típica se deriva de la información de correspondencia tal como una base de datos topológica o geodésica. En esta configuración, la información de altitud de una estación base también puede estar disponible.

Una debilidad de esta aproximación es que una solución inicial en dos dimensiones se hace típicamente antes de que se pueda aplicar una ayuda de altitud con una estimación de altitud razonable. La altitud se puede extraer entonces de una base de datos vertical como una función de las coordenadas de la latitud y de la longitud.

Mientras que las aproximaciones anteriormente mencionadas proporcionan ciertas ventajas del uso de la información de altitud, no funcionan bien en el caso de un sistema de procesado distribuido en el que un receptor GPS puede estar localizado en cualquier posición sobre un área geográfica relativamente grande. Además, estas aproximaciones anteriores usan información de altitud con todos los pseudorrangos disponibles incluso si falla un pseudorrango particular.

El documento WO-A-97/14056 describe un sistema combinado GPS y de comunicaciones que tiene una circuitería compartida. Un procesador procesa datos representativos de las señales de GPS para determinar un pseudorrango en base a los datos representativos de las señales de GPS. El receptor de comunicaciones integrado incluye un componente compartido que es al menos uno de una antena, un conversor de frecuencia, un sintetizador de frecuencia y un conversor analógico a digital. El procesador también puede demodular las señales de comunicaciones recibidas así como controlar la modulación de datos que se vayan a transmitir como una señal de comunicaciones a través de un enlace de comunicaciones.

El documento US-A-5 210 540 describe un sistema de posicionamiento global para el posicionamiento de un objeto móvil e incluye un receptor GPS para recibir las ondas de radio provenientes de una pluralidad de satélites y

sacar datos de posición en dos dimensiones indicativos de la posición actual del objeto móvil en un modo de medida de la posición en dos dimensiones o datos de la posición en tres dimensiones indicativos de la posición actual del objeto móvil en un modo de medida de la posición en tres dimensiones. Un altímetro detecta una altitud relativa del objeto móvil y saca datos de la altitud relativa indicativos de la altitud relativa detectada. Una unidad de salida de la posición actual presenta los datos de la posición indicativos de la posición actual del objeto móvil solamente en base a los datos provenientes del receptor GPS mientras el receptor GPS está funcionando en el modo de medida de la posición en tres dimensiones. Cuando el receptor GPS funciona en el modo de medida de la posición en dos dimensiones, la unidad de salida de la posición actual calcula los datos de posición actual indicativos de la posición actual del objeto móvil en base a los datos de la posición en dos dimensiones y a los datos de altitud relativa.

El documento US-A-5 265 025 describe un sistema de navegación que usa señales GPS provenientes de satélites que primero comprueba si hay o no hay cuatro o más satélites en el intervalo radio del cuerpo en movimiento. De haberlos, la sección de cálculo de la posición realiza una operación de posicionamiento en tres dimensiones ordinaria para proporcionar un punto de posición preciso del objeto en movimiento. Cuando el número de satélites dentro del intervalo radio es tres o menos, se lleva a cabo una operación de posicionamiento en dos dimensiones, lo que comprende la lectura de los datos anteriores de la altitud provenientes de la sección de almacenamiento de la altitud; el cálculo de la desviación de la presión atmosférica a partir de los datos de altitud anteriores y la desviación de la presión atmosférica; el cálculo de la altitud actual a partir de los datos de desviación de la altitud y de los datos de altitud anteriores; y después el cálculo de los datos de la posición en dos dimensiones a partir de las señales de GPS y de los datos de altitud actuales.

El documento US-A-5 663 734 describe un receptor GPS que incluye una antena que recibe las señales GPS a una frecuencia de RF desde los señales que tiene a la vista; un conversor de frecuencia inferior está acoplado a la antena para reducir la frecuencia de RF de las señales de GPS recibidas a una frecuencia intermedia (FI); un digitalizador acoplado al conversor de frecuencia inferior y el muestreo de las señales GPS de IF a una velocidad predeterminada para producir señales GPS de FI muestreadas; una memoria acoplada al digitalizador y que almacena las señales GPS de FI muestreadas (un inventario de las señales GPS); y un procesador digital de la señal (DSP) acoplado a la memoria y que funciona bajo las instrucciones almacenadas de ese modo realizando operaciones de transformada rápida de Fourier (FFT) sobre las señales GPS de FI muestreadas para proporcionar información de pseudorrango. Estas operaciones incluyen de manera típica también el pre-procesado y el post-procesado de las señales GPS. Después de que se haya cogido el inventario de señales GPS, se apaga la etapa inicial del receptor. El receptor GPS en una realización incluye también otras características de gestión de la potencia e incluye, en otra realización, la capacidad para corregir errores en su oscilador local que se usa para muestrear las señales GPS. La velocidad de cálculo de los pseudorrangos y la sensibilidad del funcionamiento se pueden mejorar por medio de la transmisión de los desplazamientos de frecuencia Doppler de los satélites que están a la vista para el receptor desde una fuente externa.

Sumario de la invención

De esta manera, de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para determinar una posición de un receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite, como se declara en la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un medio que puede ser leído por un ordenador que contiene instrucciones de un programa ejecutable por un ordenador que, cuando son ejecutadas por un sistema de procesado de datos, provocan que dicho sistema de procesado de datos realice el procedimiento de acuerdo con el primer aspecto.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona una estación de procesado de datos como se declara en la reivindicación 12.

La presente invención proporciona varios procedimientos y aparatos para determinar una posición de un receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) con el uso de la información de altitud. En un ejemplo de un procedimiento de la presente invención, se determina la información del objeto de celda. Esta información de objeto de celda comprende al menos una de la localización del objeto de celda o la identificación del objeto de celda. En un ejemplo, el objeto de celda puede ser un emplazamiento de celda y la identificación puede ser un identificador del emplazamiento de celda y la localización puede ser la latitud y la longitud del emplazamiento de celda.

Una altitud se determina a partir de la información del objeto de celda que se selecciona en base al transmisor del emplazamiento de celda que está en comunicación sin hilos con un sistema de comunicaciones basado en celdas que está acoplado a (y de manera típica, integrado con) el receptor móvil SPS. Esto es, la altitud se determina a partir de la información del objeto de celda que está asociada con el transmisor del emplazamiento de celda que está en comunicación con el sistema de comunicaciones del receptor móvil SPS. La posición del receptor móvil SPS se calcula usando la altitud que se determina a partir de la información del objeto de celda.

En otro ejemplo, se determina una pseudomedida de la altitud y esta pseudomedida usa una estimación de una altitud del receptor móvil SPS. Esta estimación de la altitud se puede derivar de una fuente de información basada en celda en un sistema de comunicaciones basado en celdas o puede ser una altitud promedio u otra representación matemática de la altitud o de las altitudes de un área de cobertura de una estación base sin hilos en un sistema no basado

en celdas. En una implementación, una comparación de la estimación de la altitud con una altitud que se calcula a partir de pseudorrangos a satélites SPS (o a partir de pseudorrangos y la pseudomedida de la altitud) determina la condición de al menos un pseudorrango entre un satélite SPS y el receptor móvil SPS. En otra implementación, la pseudomedida de la altitud se puede usar como una medida redundante (con pseudorrangos para satélites SPS) y se pueden emplear técnicas de detección de fallos y de aislamiento usando la medida redundante para determinar la condición (por ejemplo, fallida o no fallida) de al menos uno de los pseudorrangos o una solución de navegación. En una realización de este ejemplo, la posición se determina a partir de un algoritmo de solución de la posición, y si la condición de un pseudorrango está en un primer estado, tal como un estado de no fallo, el pseudorrango, al menos uno, se usa en el algoritmo de solución de la posición. Se puede realizar un recálculo de una solución de navegación usando solamente pseudorrangos sin fallos (después de que se hayan identificado los pseudorrangos con fallos y se hayan excluido de un recálculo de una solución de navegación).

También se describen en este documento varios receptores móviles SPS y estaciones base. Varios otros aspectos y realizaciones de la presente invención se describen de manera adicional más adelante.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra a modo de ejemplo y no de manera limitadora en las figuras de los dibujos que la acompañan en los que idénticos números de referencia indican elementos similares.

La figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones basado en celdas que tiene una pluralidad de celdas, a cada una de las cuales les da servicio un sitio de celda y cada una de las cuales está acoplada está acoplada a un centro de conmutación basado en celdas, al que se hace referencia a menudo como un centro de conmutación móvil.

La figura 2 ilustra una implementación de un sistema servidor de localización.

La figura 3A ilustra un ejemplo de un receptor SPS y de un sistema de comunicaciones combinados.

La figura 3B ilustra un ejemplo de una estación de referencia SPS.

La figura 4 ilustra un ejemplo de una fuente de información basada en celdas que se puede usar para determinar una altitud estimada de un receptor móvil SPS.

La figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento que usa ayuda de altitud.

La figura 5A y 5B muestran otros dos diagramas de flujo que representan procedimientos para usar la ayuda de altitud.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra otros procedimientos para usar la ayuda de altitud.

Descripción detallada

La presente invención proporciona varios procedimientos y aparatos para usar la ayuda de altitud con sistemas de posicionamiento por satélite. La siguiente descripción y los siguientes dibujos son ilustrativos de la invención y no se deben interpretar como limitadores de la innovación. Se describen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de la presente invención. Sin embargo, en ciertos casos, no se describen detalles bien conocidos o detalles convencionales con el fin de no oscurecer de manera innecesaria la presente invención en detalle.

Antes de describir los varios detalles con respecto al uso de la información de ayuda de altitud, será útil describir el contexto en el que se usa un aspecto de la presente invención. De acuerdo con esto, se proporcionará una discusión preliminar que se refiere a las figuras 1, 2, 3A y 3B antes de tratar el uso de la ayuda de altitud en un sistema de comunicaciones basado en celdas.

La figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de comunicaciones basado en celdas 10 que incluye una pluralidad de emplazamientos de celda, cada uno de los cuales está diseñado para dar servicio a una región o localización geográfica en particular. Ejemplos de dichos sistemas de comunicaciones basados en celdas o sistemas de comunicaciones celulares son bien conocidos en la técnica, tales como los sistemas de telefonía celulares. El sistema de comunicaciones basado en celdas 10 incluye dos celdas 12 y 14, ambas definidas para que se encuentren dentro de un área de servicio celular 11. Además, el sistema 10 incluye las celdas 18 y 20. Se apreciará que también se pueden incluir en el sistema 10 una pluralidad de otras celdas con los correspondientes emplazamientos de celda y/o áreas de servicio celulares acopladas a uno o más centros de conmutación celulares, tales como el centro de conmutación celular 24 y el centro de conmutación celular 24b.

Dentro de cada una de las celdas, tal como la celda 12, existe una celda sin hilos o un emplazamiento celular sin hilos tal como el emplazamiento de celda 13 que incluye una antena 13a que está diseñada para comunicar a través de un medio de comunicaciones sin hilos con un receptor de comunicaciones que puede combinarse con un receptor móvil GPS tal como el receptor 16 que se muestra en la figura 1. Un ejemplo de dicho sistema combinado que tiene

un receptor GPS y un sistema de comunicaciones, se muestra en la figura 3A y puede incluir tanto la antena GPS 77 como una antena del sistema de comunicaciones 79.

Cada emplazamiento de celda está acoplado a un centro de conmutación celular. En la figura 1, los emplazamientos de celda 13, 15 y 19 están acoplados a un centro de conmutación 24 a través de las conexiones 13b, 15b y 19b respectivamente y el emplazamiento de celda 21 está acoplado a un centro de conmutación diferente 24b a través de la conexión 21b. Estas conexiones son de manera típica conexiones por línea de hilos entre el emplazamiento de celda respectivo y los centros de conmutación celulares 24 y 24b. Cada emplazamiento de celda incluye una antena para comunicar con los sistemas de comunicaciones a los que da servicio el emplazamiento de celda. En un ejemplo, el emplazamiento de celda puede ser un emplazamiento de celda de telefonía celular que comunique con teléfonos móviles celulares en el área a la que da servicio el emplazamiento de celda. Se apreciará que un sistema de comunicaciones dentro de una celda, tal como un receptor 22 mostrado en la celda 4, puede comunicar de hecho con el emplazamiento de celda 19 en la celda 18 debido a bloqueo de la señal (o debido a otras razones por las que el emplazamiento de celda 21 no puede comunicar con el receptor 22). También es verdad que múltiples emplazamientos de celda pueden comunicar datos (pero generalmente no pueden comunicar voz) con un receptor móvil GPS que incluya un sistema de comunicaciones.

En una realización típica de la presente invención, el receptor móvil GPS 16 incluye un sistema de comunicaciones basado en celdas que está integrado con el receptor GPS de forma que tanto el receptor GPS como el sistema de comunicaciones están albergados en la misma carcasa. Un ejemplo de esto es un teléfono celular que tenga un receptor GPS integrado que comparta a circuitería común con el transceptor de teléfono celular. Cuando este sistema combinado se usa para comunicaciones de teléfonos celulares, las transmisiones ocurren entre el receptor 16 y el emplazamiento de celda 13. Las transmisiones desde el receptor 16 al emplazamiento de celda 13 se propagan entonces sobre la conexión 13b al centro de conmutación celular 24 y después a cualquiera de los otros teléfonos celulares en una celda a la que da servicio un centro de conmutación celular 24 o a través de una conexión 30 (de manera típica cableada) con otro teléfono a través del sistema/red de telefonía terrestre 28. Se apreciará que el término cableado incluye la fibra óptica y otras conexiones que no son sin hilos tales como el cableado por cobre, etc. Las transmisiones desde el otro teléfono que estén comunicando con el receptor 16 se llevan desde el centro de conmutación celular 24 a través de la conexión 13b y al emplazamiento celular 13 de vuelta al receptor 16 de una manera convencional.

El sistema de procesado de datos remotos 26 (al que se puede hacer referencia en algunas realizaciones como un servidor SPS o un servidor de localización) está incluido en el sistema 10 y se usa en una realización para determinar la posición de un receptor móvil SPS (por ejemplo, el receptor 16) usando las señales SPS recibidas por el receptor SPS. El servidor SPS 26 puede estar acoplado al sistema/red de telefonía terrestre 28 a través de una conexión 27, y puede estar acoplado de manera opcional también al centro de conmutación celular 24 a través de la conexión 25 (que puede ser una red de comunicaciones) y también de manera opcional puede estar acoplado al centro 24b a través de la conexión 25b (que puede ser la misma o una red de comunicaciones diferente a la conexión 25). Se apreciará que las conexiones 25 y 27 son de manera típica conexiones por cable, aunque pueden ser sin hilos. También se muestra como un componente opcional del sistema 10 un terminal de consulta 29 que puede consistir en otro sistema de ordenador que esté acoplado a través de la red 28 al servidor SPS 26. Este terminal de consulta 29 puede enviar una petición de la posición de un receptor SPS particular en una de las celdas, al servidor SPS 26 que inicia después una conversación con un receptor SPS particular a través del centro de conmutación celular con el fin de determinar la posición del receptor GPS e informar de esa posición de nuevo al terminal de consulta 29. En otra realización, una determinación de la posición para un receptor GPS se puede iniciar por parte de un usuario de un receptor móvil GPS; por ejemplo, el usuario del receptor móvil GPS puede pulsar 911 sobre el teléfono celular para indicar una situación de emergencia en la localización del receptor móvil GPS y éste puede iniciar un proceso de localización de la manera descrita en este documento. En otra realización de la presente invención, cada emplazamiento de celda puede incluir un servidor de localización GPS que comunique datos a y desde un receptor móvil GPS a través de un emplazamiento de celda. La presente invención se puede emplear también con diferentes arquitecturas de comunicaciones tales como las arquitecturas punto a punto que usan sistemas no basados en celdas.

Se debería notar que un sistema de comunicaciones celular o un sistema de comunicaciones basado en celdas es un sistema de comunicaciones que tiene más de un transmisor, cada uno de los cuales da servicio a un área geográfica diferente, que está predefinida en cualquier instante de tiempo. De manera típica, cada transmisor es un transmisor sin hilos que da servicio a una celda que tiene un radio geográfico menor a 32 km. aproximadamente, aunque el área cubierta depende del sistema celular en particular. Existen numerosos tipos de sistemas de comunicaciones celulares, tales como los teléfonos celulares, PCS (sistemas de comunicación personal), SMR (radio móvil especializada), sistemas de radiobúsqueda unidireccionales y bidireccionales, RAM, ARDIS y sistemas de datos de paquete sin hilos. De manera típica, se hace referencia a las áreas geográficas predefinidas como celdas y una pluralidad de celdas se agrupan juntas dentro de un área de servicio celular, tal como el área de servicio celular 11 mostrada en la figura 1, y estas pluralidades de celdas están acopladas a uno o más centros de conmutación celulares que proporcionan conexiones a sistemas y/o redes telefónicas terrestres. Las áreas de servicio a menudo se usan para propósitos de facturación. De esta manera, puede ser el caso de que celdas de más de una área de servicio estén conectadas a un centro de conmutación. Por ejemplo, en la figura 1, las celdas 1 y 2 están en el área de servicio 11 y la celda 3 está en el área de servicio 13, pero las tres están conectadas al centro de conmutación 24. De manera alternativa, a veces es el caso en el que celdas dentro de un área de servicio estén conectadas a diferentes centros de conmutación, especialmente en áreas de población densa. En general, un área de servicio está definida como una colección de celdas dentro de una proximidad geográfica cercana unas de otras. Otra clase de sistemas celulares que se ajustan a la anterior descripción se basan en

satélite, donde las estaciones base celulares o los emplazamientos de celda son satélites que de manera típica orbitan la Tierra. En estos sistemas, los sectores de la celda y las áreas de servicio se mueven como una función del tiempo. Ejemplos de dichos sistemas incluyen los sistemas Iridium, Globalstar, Orbcomm y Odyssey.

La figura 2 muestra un ejemplo de un servidor SPS 50 que se puede usar como el servidor SPS 26 de la figura 1. El servidor SPS 50 de la figura 2 incluye una unidad de procesado de datos 51 que puede ser un sistema de ordenador digital con tolerancia a fallos. El servidor SPS 50 incluye también un módem u otra interfaz de comunicaciones 52 y un módem u otra interfaz de comunicaciones 53 y un módem u otra interfaz de comunicaciones 54. Estas interfaces de comunicaciones proporcionan conectividad para el intercambio de información a y desde el servidor de localización mostrado en la figura 2 entre tres redes diferentes, que se muestran como las redes 60, 62 y 64. La red 60 incluye el centro de conmutación celular o los centros de conmutación celular y/o las conmutaciones del sistema de telefonía terrestre o los emplazamientos de celda. De esta manera, la red 60 se puede considerar que incluye los centros de conmutación celular 24 y 24b y el sistema/red de telefonía terrestre 28 y el área de servicio celular 11 así como las celdas 18 y 20. La red 64 se puede considerar para incluir el terminal de consulta 29 de la figura 1 o el "PSAP", que es el Punto de Respuesta de Seguridad Pública que de manera típica es el centro de control que responde 911 a llamadas telefónicas de emergencia. En el caso del terminal de consulta 29, este terminal se puede usar para consultar al servidor 26 con el fin de obtener una información de posición desde un receptor móvil SPS designado localizado en las varias celdas del sistema de comunicaciones basado en celdas. En este caso, la operación de localización es iniciada por alguien distinto al usuario del receptor móvil GPS. En el caso de una llamada de teléfono 911 desde el receptor móvil GPS que incluya un teléfono celular, el proceso de localización es iniciado por el usuario del teléfono celular. La red 62, que representa la red de referencia GPS 32 de la figura 1, es una red de receptores GPS que son receptores de referencia GPS diseñados para proporcionar información de corrección diferencial GPS y también para proporcionar datos de señal GPS incluyendo los datos de efeméride de satélite (de manera típica como parte del mensaje de navegación de satélite completo en bruto) a la unidad de procesado de datos. Cuando el servidor 50 da servicio a un área geográfica muy grande, un receptor GPS local opcional, tal como un receptor GPS opcional 56, puede que no sea capaz de observar todos los satélites GPS que están a la vista de los receptores móviles SPS en toda esta área. De acuerdo con esto, la red 62 recoge y proporciona los datos de efeméride de satélite (de manera típica como parte del mensaje de navegación de satélite completo en bruto) y los datos de corrección GPS diferencial aplicables sobre un área amplia.

Como se muestra en la figura 2, un dispositivo de almacenamiento masivo 55 está acoplado a la unidad de procesado de datos 51. De manera típica, el almacenamiento masivo 55 incluirá el almacenamiento de datos y de software para realizar los cálculos de posición GPS después de haber recibido pseudorrangos provenientes de los receptores móviles SPS, tal como un receptor 16 de la figura 1. Estos pseudorrangos se reciben normalmente a través del emplazamiento de celda y del centro de conmutación celular y del módem o de otra interfaz 53. El dispositivo de almacenamiento masivo 55 incluye también software, al menos en una realización, que se usa para recibir y para usar los datos de efeméride de satélite proporcionados por la red de referencia GPS 32 a través del módem o de otra interfaz 54. El dispositivo de almacenamiento masivo 55 de manera típica incluye una base de datos que almacena información de objeto de celda, tal como los identificadores de emplazamiento de celda, la localización geográfica del emplazamiento de celda y las altitudes correspondientes que son típicamente la altitud o las altitudes asociadas con una localización geográfica del emplazamiento de celda y de esta forma las altitudes estimadas para un receptor móvil SPS que está en comunicación radio con un emplazamiento de celda particular. Esta información de objeto de celda y las altitudes correspondientes es una fuente de información basada en celda, un ejemplo de la cual se muestra en la figura 4 y se describe de manera adicional con posterioridad.

En una realización típica de la presente invención, el receptor GPS opcional 56 no es necesario ya que la red de referencia GPS 32 de la figura 1 (mostrada como la red 62 de la figura 2) proporciona la información GPS diferencial, las medidas GPS así como los mensajes de datos de satélite en bruto provenientes de los satélites en vista a los varios receptores de referencia en la red de referencia GPS. Se apreciará que los datos de efeméride de satélite obtenidos de la red a través del módem o de otra interfaz 54 pueden ser usados normalmente de una manera convencional con los pseudorrangos obtenidos provenientes del receptor móvil GPS con el fin de calcular la información de posición para el receptor móvil GPS. Las interfaces 52, 53 y 54 pueden ser cada una de ellas un módem u otra interfaz de comunicaciones adecuada para acoplar la unidad de procesado de datos a otros sistemas de ordenador, como en el caso de la red 64, y a sistemas de comunicaciones celulares, como en el caso de la red 60, y a dispositivos de transmisión, tales como sistemas de ordenador en la red 62. En una realización, se apreciará que la red 62 incluye una colección dispersa de receptores GPS de referencia dispersados sobre una amplia región geográfica. En algunas realizaciones, la información de corrección GPS diferencial obtenida de un receptor 56 cerca del emplazamiento de celda o del área de servicio celular que está en comunicación con el receptor móvil GPS a través del sistema de comunicaciones celular, proporcionará información de corrección GPS diferencial que sea apropiada para la localización aproximada del receptor GPS móvil. En otros casos, las correcciones diferenciales de la red 62 se pueden combinar para calcular una corrección diferencial apropiada para la localización del receptor móvil SPS.

La figura 3A muestra un sistema combinado generalizado que incluye un receptor GPS y un transceptor de sistema de comunicaciones. En un ejemplo, el transceptor del sistema de comunicaciones es un teléfono celular. El sistema 75 incluye un receptor GPS 76 que tiene una antena GPS 77 y un transceptor de comunicaciones 78 que tiene una antena de comunicaciones 79. El receptor GPS 76 está acoplado al transceptor de comunicaciones 78 a través de la conexión 80 que se muestra en la figura 3A. En un modo de funcionamiento, el transceptor del sistema de comunicaciones 78 recibe información Doppler aproximada a través de la antena 79 y proporciona esta información Doppler aproximada

sobre el enlace 80 al receptor GPS 76 que realiza la determinación de pseudorrango mediante la recepción de las señales GPS desde los satélites GPS a través de la antena GPS 77. Este pseudorrango se transmite después a un servidor de localización, tal como el servidor GPS 26 mostrado en la figura 1 a través del transceptor 78 del sistema de comunicaciones. De manera típica, el transceptor del sistema de comunicaciones 78 envía una señal a través de la antena 79 a un emplazamiento de celda que transfiere entonces esta información de vuelta al servidor de GPS, tal como el servidor de GPS 26 de la figura 1. Ejemplos de varias realizaciones para el sistema 75 son conocidas en la técnica. Por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos 5.663.734 describe un ejemplo de un receptor GPS y un sistema de comunicaciones combinado que utiliza un sistema de receptor GPS mejorado. El sistema 75 de la figura 3A, así como numerosos sistemas de comunicaciones alternativos que tienen receptores SPS se pueden emplear con las realizaciones del procedimiento de la presente invención para funcionar con realizaciones de la red de referencia GPS de la presente invención.

La figura 3B muestra una realización para una estación de referencia GPS. Se apreciará que cada estación de referencia puede construirse de esta manera y acoplarse a la red o al medio de comunicaciones. De manera típica, cada estación de referencia GPS, tal como una estación de referencia GPS 90 de la figura 3B, puede incluir un receptor de referencia GPS de doble frecuencia 92 que está acoplado a una antena GPS 91 que recibe las señales GPS desde los satélites GPS que están a la vista de la antena 91. De manera alternativa, un receptor de referencia GPS puede ser un receptor de frecuencia única, dependiendo de la precisión de la corrección requerida para cubrir un área de interés. Los receptores de referencia GPS son bien conocidos en la técnica. El receptor de referencia GPS 92, de acuerdo con una realización de la presente invención, proporciona al menos dos tipos de información como salidas del receptor 92. Las salidas de pseudorrango 93 se proporcionan a un procesador y a una interfaz de red 95, y estas salidas de pseudorrango se usan para calcular las correcciones diferenciales de pseudorrango de la manera convencional para aquellos satélites que están a la vista de la antena GPS 91. El procesador y la interfaz de red 95 pueden ser un sistema de ordenador digital convencional que tiene interfaces para la recepción de datos provenientes del receptor GPS de referencia como se conoce bien en la técnica. El procesador 95 de manera típica incluirá el software diseñado para procesar los datos de pseudorrango para determinar la corrección de pseudorrango apropiada para cada satélite que está a la vista de la antena GPS 91. Estas correcciones de pseudorrango se transmiten después a través de la interfaz de red a la red o al medio de comunicaciones 96 al que típicamente están también acopladas otras estaciones de referencia GPS. En otro ejemplo de la invención, los datos de pseudorrango provenientes del receptor de referencia se pasan a través de la red 96 a una localización central tal como un servidor GPS 26 donde se calculan las correcciones diferenciales. En otro ejemplo más, la salida 93 contiene correcciones diferenciales generadas por el receptor de referencia 92. El receptor de referencia GPS 92 proporciona también una salida de datos de efeméride de satélite 94. Estos datos se proporcionan al procesador y a la interfaz de red 95 que transmite después estos datos sobre la red de comunicaciones 96.

La salida de datos de efeméride del satélite 94 proporciona de manera típica al menos parte de los datos binarios de navegación a 50 baudios brutos al completo codificados en las señales GPS reales recibidas desde cada uno de los satélites. Los datos de efeméride del satélite son parte del mensaje de navegación que es radiodifundido como el flujo de datos a 50 bits por segundo en las señales de GPS provenientes de los satélites GPS y que se describe con más detalle en el documento GPS ICD-200. El procesador y la interfaz de red 95 reciben esta salida de datos de efeméride de satélite 94 y la transmite en tiempo real o casi en tiempo real a la red de comunicaciones 96. Los datos de efeméride de satélite se transmiten dentro de la red de comunicaciones y se reciben a través de la red en varios servidores de localización.

Solamente ciertos segmentos del mensaje de navegación tales como los datos de efeméride de satélite se pueden enviar a los servidores de localización con el fin de disminuir los requisitos de ancho de banda para las interfaces de red y para la red de comunicaciones. De manera típica, también, estos datos pueden no necesitar ser proporcionados de manera continua. Por ejemplo, solamente las primeras tres tramas que contienen el reloj de satélite y la información de efeméride en lugar de todas las cinco tramas juntas se puede transmitir sobre una base regular dentro de la red de comunicaciones 96. Se apreciará que el servidor de localización puede recibir el mensaje de navegación al completo que se transmite desde uno o más receptores de referencia GPS dentro de la red en tiempo real o casi en tiempo real con el fin de realizar un procedimiento para medir el tiempo relacionado con los mensajes de datos de satélite, tal como el procedimiento descrito en la Patente de los Estados Unidos número 5.812.087. Como se usa en este documento, el término “datos de efeméride de satélite” incluye datos que son solamente una parte del mensaje de navegación del satélite (por ejemplo, un mensaje a 50 baudios) transmitido por un satélite GPS o al menos una representación matemática de estos datos de efeméride de satélite. Por ejemplo, el término datos de efeméride de satélite se refiere a al menos una representación de una parte del mensaje de datos a 50 baudios codificado en la señal GPS transmitida desde un satélite GPS. Se comprenderá que el receptor de referencia GPS 92 decodificó las diferentes señales GPS de los diferentes satélites GPS que están a la vista del receptor de referencia 92 con el fin de proporcionar la salida binaria de datos 94 que contiene los datos de efeméride de satélite.

La figura 4 muestra un ejemplo de una fuente de información basada en celda que se puede mantener en una estación de procesado de datos tal como el servidor GPS mostrado en la figura 1. De manera alternativa, esta fuente de información se puede mantener en un centro de conmutación celular tal como el centro de conmutación celular 24 de la figura 1 o en cada emplazamiento de celda, tal como el emplazamiento de celda 13 que se muestra en la figura 1. De manera típica, sin embargo, esta información se mantiene y se actualiza de manera rutinaria en el servidor de localización que está acoplado al centro de conmutación celular. La fuente de información puede mantener los datos en varios formatos y se apreciará que el formato que se muestra en la figura 4 ilustra solamente un ejemplo de un formato. De manera típica, cada altitud estimada, tal como la altitud estimada 203, incluirá una localización correspondiente tal

como una localización o una identificación de sitio de celda para un sitio de celda o área de servicio. La información en la fuente de información basada en celda 201 se puede mantener en una base de datos que incluya información de objeto de celda, tal como una identificación de áreas de servicio de la celda o emplazamientos de celda mostrados en las columnas 208 y 210 respectivamente y también pueden incluir la localización del emplazamiento de celda tal como la información que se muestra en la columna 212. En el caso de cada altitud estimada, de manera típica existe al menos una de una localización de emplazamiento de celda o una identificación de emplazamiento de celda. Se apreciará que cada altitud estimada puede ser una altitud promedio de la región geográfica cubierta por la cobertura de la señal radio proveniente de un emplazamiento de celda. Se pueden usar otras representaciones matemáticas de las altitudes alrededor del emplazamiento de celda. Puede ser útil usar altitudes alrededor del emplazamiento de celda en lugar de la altitud del emplazamiento de celda particularmente cuando la posición del emplazamiento de celda no sea representativa de las altitudes a las que los receptores móviles SPS se pueden encontrar en el área particular.

El uso de la fuente de información basada en celda 201 se describirá ahora junto con la figura 5 que muestra un ejemplo de un procedimiento de la presente invención. En la siguiente descripción, se supondrá que el receptor móvil SPS recibirá las señales SPS y determinará los pseudorrangos de esas señales pero no completará un cálculo de la solución de posición en el receptor móvil. En lugar de esto, el receptor móvil transmitirá estos pseudorrangos a un emplazamiento de celda particular con el que esté en comunicación radio y este emplazamiento de celda reenviará los pseudorrangos al centro de conmutación móvil que a su vez reenviará los pseudorrangos a un servidor de localización, tal como el servidor GPS 26 de la figura 1. Este servidor GPS completará entonces el cálculo de la posición usando información de ayuda de la altitud de acuerdo con un ejemplo de la presente invención. En este ejemplo particular, se determina una información de objeto de celda en el paso 301. Esto puede ocurrir cuando el servidor GPS reciba un identificador de emplazamiento de celda o una localización de emplazamiento de celda para el emplazamiento de celda que esté en comunicación sin hilos con un sistema de comunicaciones basado en celdas que esté acoplado al receptor móvil SPS, tal como el receptor que se muestra en la figura 3A. Por ejemplo, el emplazamiento de celda puede reenviar esta información de identificador o puede reenviar su localización con la información de pseudorrango desde el receptor móvil SPS al servidor GPS. En el paso 303, el servidor GPS determina una altitud estimada para el receptor móvil SPS a partir de la información objeto de celda. En un ejemplo, el servidor SPS realizará una operación de consulta en una base de datos para obtener la altitud estimada mediante el uso de la información objeto de celda como un índice dentro de la base de datos. Esta base de datos puede mantenerse en el almacenamiento masivo 55 que se muestra en la figura 2. Si la localización del emplazamiento de celda se proporciona proporcionando una latitud y una longitud, el servidor puede usar esta latitud y esta longitud para consultar la altitud de la superficie de la Tierra en este punto. De manera alternativa, en el caso en el que se proporcione un identificador de emplazamiento de celda tal como un número de emplazamiento de celda u otra identificación, entonces esta información de objeto de celda se usará para obtener una altitud estimada; la altitud estimada 205 es un ejemplo de dicha situación en la que el número de emplazamiento de celda B1 se usa para identificar la altitud estimada 205. En el paso 305, el servidor GPS usa la altitud estimada para determinar la posición del receptor móvil GPS. Existen maneras conocidas en las que se puede usar la altitud para aumentar o para ayudar en el cálculo de la solución de la posición.

Las figuras 5A y 5B muestran procedimientos en los que se puede usar una altitud estimada. El procedimiento de la figura 5 comienza en 311 en el que se determina la información de objeto de celda. Esta información se usa después en 313 de la figura 5A para determinar una localización geográfica estimada inicial (que puede ser especificada como una latitud, longitud y latitud) para el receptor móvil SPS en base a la información objeto de celda. En un ejemplo de este procedimiento, la información de objeto de celda se usa como un índice para consultar en una base de datos la localización estimada que está asociada con la información objeto de celda. Esta localización estimada se usa después en 315 de la figura 5A para calcular una posición (por ejemplo, una latitud y longitud calculadas) del receptor móvil SPS. Esta latitud y longitud calculadas se usa entonces en 317 de la figura 5A para determinar una altitud estimada; esto se puede hacer realizando una operación de consulta en la base de datos sobre una segunda base datos para obtener la altitud estimada a partir de la latitud y de la longitud calculadas. En este caso, la segunda base de datos es similar a la base de datos que se muestra en la figura 4 excepto que la segunda base de datos usada en la figura 5A es más amplia para proporcionar altitudes para muchas más combinaciones posibles de latitudes y longitudes; mientras esta segunda base de datos usada en la figura 5A puede que no tenga una altitud para todas las posibles combinaciones de latitudes y longitudes, se puede usar interpolación lógica para determinar una altitud a través de la interpolación entre altitudes de la base de datos a latitudes y a longitudes que estén cercanas a la latitud y a la longitud calculadas. La altitud obtenida en 317 de la figura 5A se puede usar en 319 para calcular una vez más una posición (efectivamente un cálculo de posición refinado).

La segunda base de datos se puede mejorar en el tiempo a la vez que se usa mediante la adición de combinaciones de latitud/longitud/altura cada vez que se determine una posición calculada. Esto es, mediante el uso del sistema muchas veces (por ejemplo, cada vez que un usuario de un teléfono celular pulse “911”) se pueden añadir entradas a la base de datos, y cualquier conflicto de altitud a una latitud y longitud dadas se puede promediar (o se puede marcar para que sea comprobada de manera “manual” por medio de una lectura de receptor GPS precisa). Esto producirá una base de datos en tres dimensiones robusta de la superficie de la Tierra sobre el tiempo. La figura 5B muestra un ejemplo de este procedimiento mediante la adición de entradas a la segunda base de datos. En el paso 325, la estimación inicial de la localización de un receptor móvil SPS se usa para calcular una posición de un receptor móvil SPS. La posición calculada (combinación de latitud, longitud y altura) se usa después para actualizar la segunda base de datos (a la que se hace referencia como una base de datos de altitud en el paso 329).

Mientras que la descripción anterior asume una arquitectura particular, se apreciará que las realizaciones de la presente invención se pueden usar en numerosas arquitecturas y en otros numerosos ejemplos. Por ejemplo, la información de la altitud se puede almacenar en un emplazamiento de celda y se puede transmitir al servidor de localización o al servidor GPS junto con la información de pseudorrango proveniente del receptor móvil SPS. Esto eliminaría el requisito de que cada servidor GPS mantenga una base de datos, aunque puede seguir siendo ventajoso para un servidor el que lo haga de esta manera en el caso de que existan emplazamientos de celda con los que el servidor comunique y que no tengan su propia información de altitud. En otra alternativa, la información de altitud se puede transmitir al receptor móvil SPS que determina su propia posición de una manera convencional mediante la adquisición y el seguimiento de satélites SPS, la determinación de pseudorrangos, la lectura de la información de efeméride de satélite de satélites SPS y la determinación de su posición. En otra alternativa más, en lugar de transmitir la altitud a la unidad móvil, una información de objeto de celda, tal como un identificador de emplazamiento de celda o una localización de emplazamiento de celda se pueden transmitir al receptor móvil SPS que mantiene su propia base de datos que muestra una altitud estimada para una información de objeto de celda dada. De esta manera, el receptor móvil SPS puede determinar su propia posición y también realizar la ayuda de altitud de manera autónoma. En otra realización alternativa adicional, el receptor móvil SPS puede simplemente recoger las señales SPS y digitalizarlas y después transmitir esta digitalización de las señales SPS al servidor GPS que determina los pseudorrangos a partir de esta información digitalizada y que completa el cálculo de la posición. En otra realización alternativa, los datos de efeméride de satélite se pueden enviar desde una fuente, tal como el servidor SPS, a través de un emplazamiento de celda al receptor móvil SPS, y estos datos de efeméride de satélite se usan junto con los pseudorrangos determinados por el receptor móvil SPS para proporcionar una solución de la posición en el receptor móvil SPS. Un ejemplo de esta arquitectura se describe en la Patente de los Estados Unidos número 5.365.450.

El procedimiento mostrado en la figura 6 se refiere a una detección de fallo y al aislamiento en un receptor SPS. Mientras se conocen en la técnica varias técnicas de detección y aislamiento de fallos (FDI) (véase por ejemplo, el capítulo 5 y el capítulo 8 de *Sistema de Posicionamiento Global: Teoría y Aplicaciones*, volumen 2, B. W. Parkinson y J. J. Spilker, Jr., editores, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1996; y véase también *Supervisión de la Integridad del Sistema de Navegación usando Medidas Redundantes*, por Mark A. Sturza, NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation, volumen 35, número 4, invierno de 1988-89, páginas 483 y siguientes), estas técnicas no han utilizado ayuda de altitud de una manera para identificar la presencia de un pseudorrango de satélite con fallos. Una vez que se ha identificado un pseudorrango de satélite con fallos, se puede excluir de una solución de navegación recalculada para mejorar la determinación final de la posición.

El procedimiento de la figura 6 puede comenzar en el paso 351 en el que se determinan los pseudorrangos para varios satélites SPS. En el paso 353, se determina una pseudomedida de la altitud. Esta pseudomedida de la altitud se puede considerar un pseudorrango para un satélite en el centro de la Tierra y puede determinarse de la manera convencional de determinación de pseudomedidas para ayuda de altitud que se utilizan en la técnica anterior. De esta manera, por ejemplo, esta pseudomedida de la altitud se puede visualizar como un radio, que incluye el radio desde el centro de la Tierra hasta un punto por encima de la superficie esférica supuesta de la Tierra a una altitud estimada con respecto a la superficie de la Tierra, definida por un elipsoide. La altitud estimada se puede derivar como se muestra en la figura 5 (pasos 301 y 303). En el paso 355, se calcula una altitud para el receptor móvil SPS y esta altitud calculada se compara con la altitud estimada. La altitud calculada se puede obtener a partir de una solución de navegación en base a los pseudorrangos determinados en el paso 351. La diferencia entre estos dos valores, si es lo suficientemente grande, indicará un posible pseudorrango de satélite con fallo o una posible solución navegacional con fallos, que pueden existir en el caso de grandes errores multitrayecto que provocan grandes errores en la dirección vertical como ocurre a menudo en una situación de un cañón urbano. En el paso 357, se puede determinar el estado de al menos un pseudorrango en base a esta comparación. Si la comparación muestra una pequeña diferencia entre la altitud estimada y la altitud calculada entonces el estado de los pseudorrangos puede ser tal que no tengan fallo. Por otra parte, si la diferencia entre la altitud estimada y la altitud calculada es lo suficientemente grande (por ejemplo, la diferencia sobrepasa un umbral), entonces al menos uno de los pseudorrangos (y/o una solución de navegación) puede tener fallos.

También se muestra en el paso 357 un procedimiento alternativo que no se basa en la comparación entre una altitud estimada y una altitud calculada. Este procedimiento alternativo se puede realizar en lugar de la comparación o además de la comparación. Este procedimiento alternativo usa la pseudomedida de altitud (del paso 353) como una medida redundante (redundante respecto a los pseudorrangos del paso 351) y usa técnicas FDI que usan medidas redundantes para detectar si existe un pseudorrango con fallos (o una solución de navegación con fallos) y para identificar al menos un pseudorrango con fallos en caso de que exista uno. Estas técnicas FDI se describen en la literatura: véase, por ejemplo, Sturza, “Supervisión de la Integridad del Sistema de Navegación usando Medidas Redundantes”, al que se ha hecho referencia con anterioridad. Tras identificar el pseudorrango o los pseudorrangos con fallos, éstos pueden ser excluidos de la solución de navegación recalculada.

Un ejemplo de un pseudorrango celular es una diferencia de tiempo de llegada de una señal de radiofrecuencia de comunicaciones en un sistema de comunicaciones CDMA u otro sistema de comunicaciones celular (basado en celdas); el pseudorrango celular de manera típica representa un tiempo de viaje de una señal de comunicaciones entre un emplazamiento de celda en una localización conocida y el receptor móvil SPS que incluye un sistema de comunicaciones basado en celdas.

Los procedimientos de la figura 6 pueden identificar un pseudorrango particular para un satélite particular como "malo" incluso aunque las señales SPS provenientes del satélite particular tengan una alta relación señal a ruido (SNR). En este caso, las realizaciones de la invención pueden rechazar esta identificación y continuar usando las técnicas FDI para encontrar otro pseudorrango con fallos.

Los procedimientos de la figura 6 se pueden usar en un sistema no basado en celdas en el que una única estación base está en comunicación punto a punto con un receptor móvil SPS. En este caso, la altitud estimada puede ser una altitud promedio de la región geográfica cubierta por señales radio que van o que provienen de la estación base. En este ejemplo particular, ninguna información de objeto de celda necesita ser transmitida a través de una red. En otra alternativa, se puede usar el procedimiento de la figura 6 en un sistema de comunicaciones basado en celdas en el que se transmite información de objeto de celda desde componentes de una red y por último se usan como un índice para una base de datos para derivar una altitud estimada.

Mientras que la descripción anterior ha supuesto por lo general una arquitectura de sistema en la que un receptor móvil SPS determina pseudorrangos y transmite estos pseudorrangos a un servidor SPS localizado remotamente, se comprenderá que la presente invención también es aplicable a otras arquitecturas de sistema. Por ejemplo, la presente invención se puede emplear en un sistema en el que un receptor móvil SPS transmite señales SPS digitalizadas (con una consigna de hora que muestra la hora de la recepción) a un servidor SPS localizado remotamente (sin calcular pseudorrangos a satélites SPS), y el servidor SPS localizado remotamente determina una altitud estimada y determina una solución de posición (que también puede ser examinada con técnicas FDI como se ha descrito en este documento). En otro ejemplo, se puede emplear la presente invención en un sistema en el que un receptor móvil SPS determine su propia posición con o sin la ayuda de un servidor SPS localizado remotamente. Sin dicha ayuda, el receptor móvil SPS puede realizar técnicas FDI en base a una altitud estimada con la ayuda de una estimación de la altitud proporcionada por un usuario o transmitida al receptor móvil SPS desde un emplazamiento de celda (el receptor móvil SPS puede determinar una identificación de emplazamiento de celda a partir de sus comunicaciones basadas en celdas con el emplazamiento de celda y de la consulta en su propia base de datos de una altitud estimada que corresponda al emplazamiento de celda). Con dicha ayuda, el receptor móvil SPS puede determinar su propia posición mediante la recepción de los datos de efeméride de satélite y/o de la información Doppler y/o del almanaque de satélite desde un servidor SPS (por ejemplo, transmitida desde un emplazamiento de celda al receptor móvil SPS) y también puede recibir y usar una estimación de la altitud desde un servidor SPS; en este caso, el receptor móvil SPS puede determinar su posición (tras haber determinado los pseudorrangos de satélite) y puede realizar técnicas FDI sobre la solución de posición usando la estimación de la altitud.

Aunque los procedimientos y el aparato se han descrito con referencia a satélites GPS, se apreciará que las enseñanzas son aplicables de igual manera a sistemas de posicionamiento que utilicen pseudolitos o una combinación de satélites y pseudolitos. Los pseudolitos son transmisores con base en tierra que radiodifunden un código PN (similar a una señal GPS) que puede estar modulada sobre una señal portadora de banda L, generalmente sincronizada con la hora GPS. A cada transmisor se le puede asignar un único código PN para permitir la identificación por parte de un receptor remoto. Los pseudolitos son útiles en situaciones en las que las señales GPS provenientes de satélites en órbita podrían encontrarse indisponibles, tales como en túneles, minas, edificios u otras áreas cerradas. El término "satélite" según se usa en este documento, está destinado a incluir pseudolitos o equivalentes de pseudolitos, y el término señal GPS según se usa en este documento, está destinado a incluir señales similares a GPS provenientes de pseudolitos o de equivalentes a pseudolitos.

En la anterior discusión, la invención se ha descrito con referencia a la aplicación sobre el sistema de posicionamiento global (GPS) por satélite de los Estados Unidos. Debería ser evidente, sin embargo, que estos procedimientos son igualmente aplicables a sistemas de posicionamiento por satélite similares y en particular, al sistema Glonass ruso. El sistema Glonass se diferencia principalmente del sistema GPS en que las emisiones desde los diferentes satélites se diferencian unas de otras mediante la utilización de frecuencias portadoras ligeramente diferentes, en lugar de utilizar diferentes códigos pseudoaleatorios. El término "GPS" usado en este documento incluye a sistemas de posicionamiento por satélite alternativos que incluyen al sistema Glonass ruso.

En la anterior memoria, la invención se ha descrito con referencia a realizaciones de ejemplo específicas de la misma. Sin embargo, será evidente que se pueden hacer varias modificaciones y cambios a la misma sin salirse del alcance de la invención como se declara en las reivindicaciones anejas. La memoria y los dibujos, de acuerdo con esto, deben considerarse en un sentido ilustrativo en lugar de en un sentido restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar una posición de un receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite (16, 17, 22, 75 a 80) que tiene un receptor de comunicaciones basado en celda, **caracterizado** porque dicho procedimiento comprende:

la determinación de una información de objeto de celda, la mencionada información de objeto de celda comprendiendo al menos una de una localización de objeto de celda o una identificación de objeto de celda;

la determinación de una altitud a partir de la mencionada información de objeto de celda, en la que la mencionada información de objeto de celda se selecciona en base a un transmisor de emplazamiento de celda que está en comunicación sin hilos con el mencionado receptor de comunicaciones basado en celda;

el cálculo de una posición del mencionado receptor móvil del sistema de posicionamiento por satélite (16, 17, 22, 75 a 80) usando la mencionada altitud.

2. Un procedimiento como en la reivindicación 1, en el que la mencionada información de objeto de celda es información que representa al menos una de una localización o una identificación del mencionado transmisor de emplazamiento de celda (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a).

3. Un procedimiento como en la reivindicación 2, en el que la mencionada altitud es una altitud aproximada del mencionado transmisor de emplazamiento de celda (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a).

4. Un procedimiento como en la reivindicación 2, en el que la mencionada altitud es una representación matemática de latitudes en la vecindad geográfica del mencionado transmisor de emplazamiento de celda (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a).

5. Un procedimiento como en la reivindicación 2, en el que la mencionada información de objeto de celda y la mencionada altitud se almacenan en un medio de almacenamiento que pueda ser leído por un ordenador.

6. Un procedimiento como en la reivindicación 5, comprendiendo además:

la transmisión de al menos un pseudorrango desde el mencionado receptor móvil del sistema de posicionamiento por satélite (16, 17, 22, 75 a 80) a una estación de procesamiento remoto (26, 50).

7. Un procedimiento como en la reivindicación 6, en el que la mencionada transmisión es a través de un receptor en el mencionado transmisor de emplazamiento de celda (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a) y en el que la mencionada estación de procesamiento remoto (26, 50) está acoplada a un centro de conmutación celular (24, 24b) que está acoplado al mencionado transmisor de emplazamiento de celda (13, 13a, 15, 15a, 19, 19a, 21, 21a) y en el que el mencionado sistema de procesamiento remoto (26, 50) determina la mencionada altitud y calcula la mencionada posición usando dicha altitud.

8. Un procedimiento como en la reivindicación 2, comprendiendo de manera adicional:

la transmisión de la mencionada altitud al mencionado receptor móvil del sistema de posicionamiento por satélite (16, 17, 22, 75 a 80) y en el que el mencionado receptor móvil del sistema de posicionamiento por satélite (16, 17, 22, 75 a 80) calcula la mencionada posición usando la mencionada latitud.

9. Un procedimiento como en la reivindicación 2, comprendiendo de manera adicional:

la transmisión de la mencionada información de objeto de celda al mencionado receptor móvil del sistema de posicionamiento por satélite (16, 17, 22, 75 a 80), y en el que el mencionado receptor móvil SPS (16, 17, 22, 75 a 80) determina la mencionada altitud.

10. Un procedimiento como en la reivindicación 7, comprendiendo de manera adicional:

la recepción en el mencionado sistema de procesado remoto (26, 50) de los datos de efeméride de satélite.

11. Un medio que pueda ser leído por un ordenador que contiene instrucciones de programa de ordenador ejecutables que, cuando sean ejecutadas por el sistema de procesado de datos (26, 50) provoquen que el mencionado sistema de procesado de datos (26, 50) realice el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10.

12. Una estación de procesado de datos (26, 50) que comprende:

un procesador (51);

un dispositivo de almacenamiento (55) acoplado al mencionado procesador (51); y

un transceptor (52, 53, 54) acoplado al mencionado procesador (51), el mencionado transceptor (52, 53, 54) para acoplar la mencionada estación de procesado de datos a un emplazamiento de celda sin hilos;

caracterizada porque:

el mencionado dispositivo de almacenamiento (55) que almacena una información de objeto de celda que comprende al menos uno de una de una localización de objeto de celda o una identificación de objeto de celda para el mencionado emplazamiento de celda sin hilos, en el que el mencionado procesador determina una altitud a partir de la mencionada información de objeto de celda que se selecciona en base al mencionado emplazamiento de celda sin hilos que está en comunicación sin hilos con un receptor de comunicaciones basado en celda de un receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite y en el que el mencionado procesador calcula una posición del mencionado receptor móvil del sistema de posicionamiento por satélite usando la mencionada altitud.

13. Una estación de procesado de datos (26, 50) como se reivindica en la reivindicación 12, en la que el mencionado procesador (51) recibe una fuente (32, 62, 90) de señales del sistema de posicionamiento por satélite y el mencionado transceptor (52, 53, 54) recibe el menos un pseudorrango desde el mencionado emplazamiento de celda sin hilos (13, 15, 19, 21) y en la que el mencionado procesador (51) usa dichas señales del sistema de posicionamiento por satélite y al menos uno de los mencionados pseudorrangos para determinar la mencionada posición.

14. Una estación de procesado de datos (26, 50) como en la reivindicación 13, en la que el mencionado dispositivo de almacenamiento (55) almacena una base de datos que contiene una información de objeto de celda y una altitud correspondiente para cada uno de una pluralidad de emplazamientos de celda sin hilos (13, 15, 19, 21) que están acoplados al mencionado transceptor (52, 53, 54).

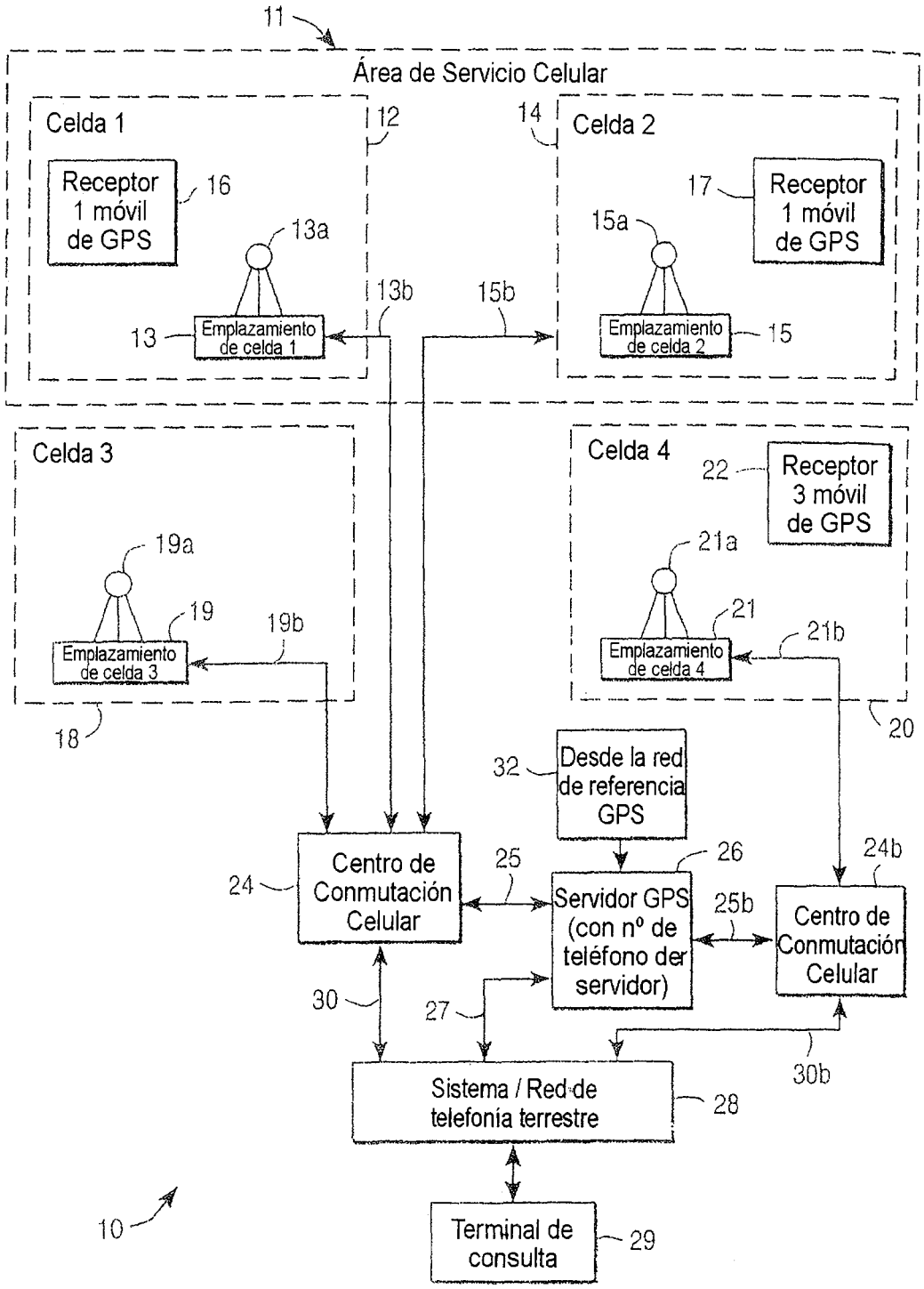

11
Área de Servicio Celular
Celda 1
12
14
Celda 2
Receptor 1 móvil de GPS
16
17
Receptor 1 móvil de GPS
13a
15a
13b
15b
13
Emplazamiento de celda 1
Emplazamiento de celda 2
15
Celda 3
Celda 4
22
Receptor 3 móvil de GPS
19a
21a
19
21
19b
21b
Emplazamiento de celda 3
Emplazamiento de celda 4
18
20
32
Desde la red de referencia GPS
24
Centro de Conmutación Celular
25
26
24b
Servidor GPS (con nº de teléfono del servidor)
25b
Centro de Conmutación Celular
30
27
30b
Sistema / Red de telefonía terrestre
28
10
Terminal de consulta
29

FIG. 1

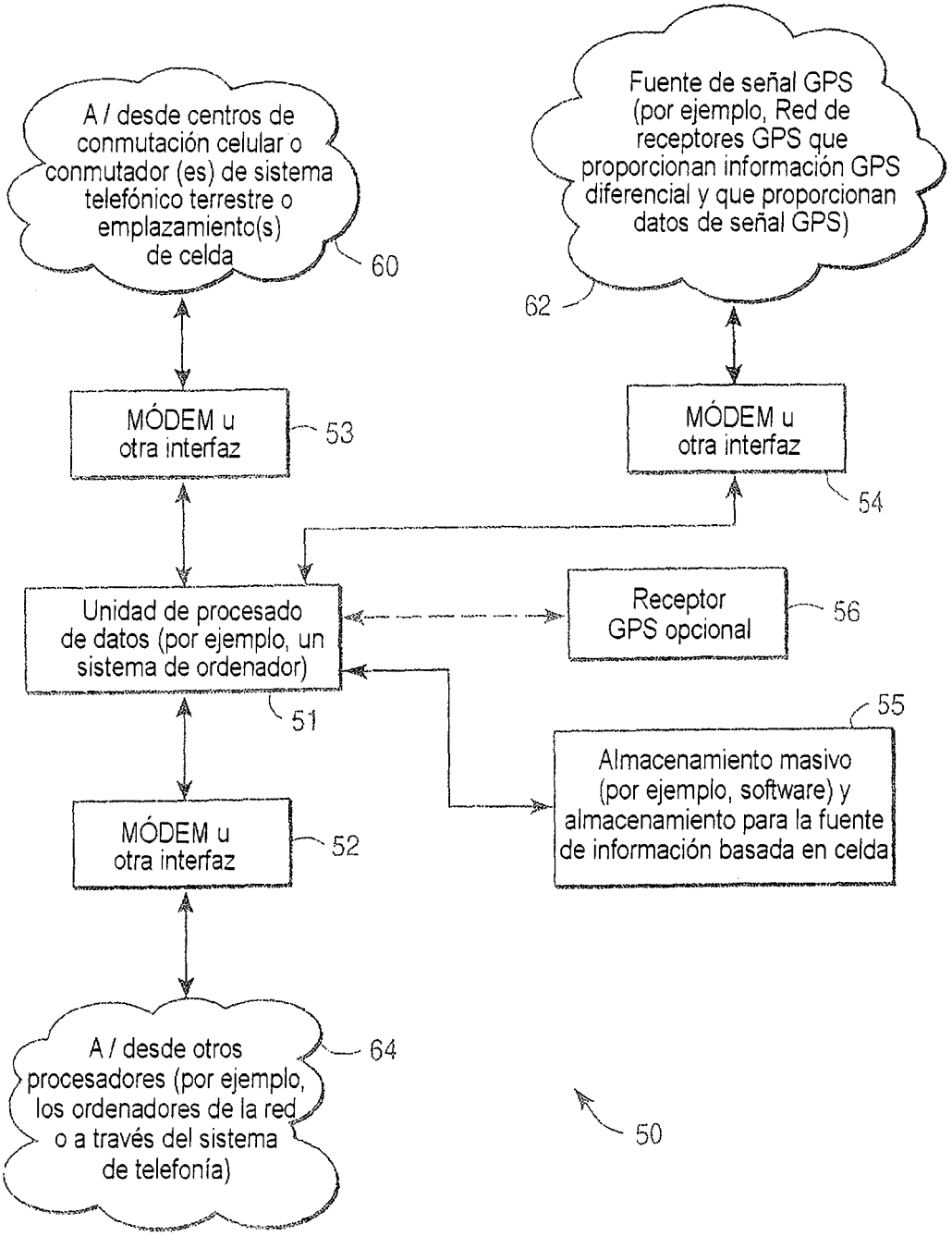

A / desde centros de conmutación celular o conmutador (es) de sistema telefónico terrestre o emplazamiento(s) de celda
60
Fuente de señal GPS (por ejemplo, Red de receptores GPS que proporcionan información GPS diferencial y que proporcionan datos de señal GPS)
62
MÓDEM u otra interfaz
53
MÓDEM u otra interfaz
54
Unidad de procesado de datos (por ejemplo, un sistema de ordenador)
51
Receptor GPS opcional
56
55
Almacenamiento masivo (por ejemplo, software) y almacenamiento para la fuente de información basada en celda
MÓDEM u otra interfaz
52
A / desde otros procesadores (por ejemplo, los ordenadores de la red o a través del sistema de telefonía)
64
50

FIG. 2

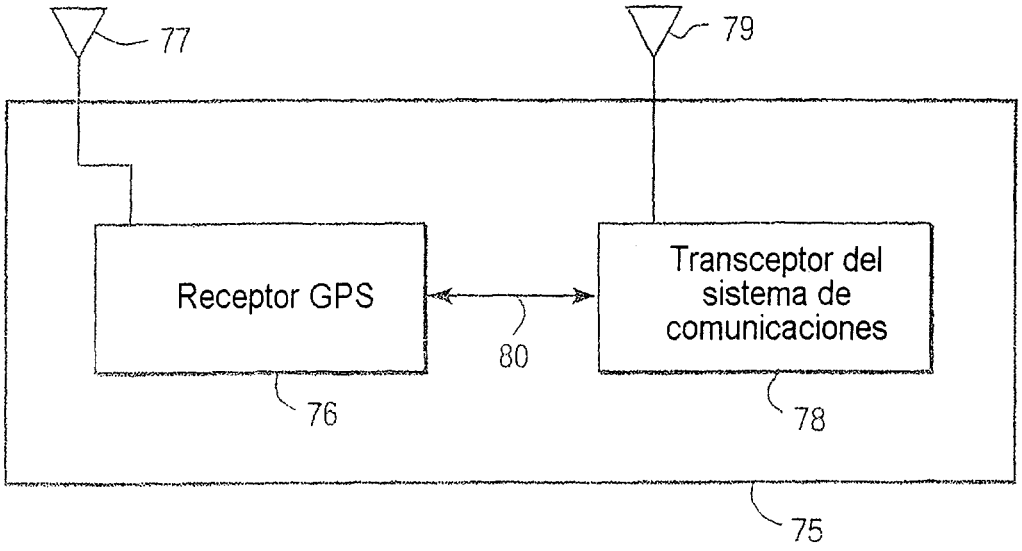

77
79
Receptor GPS
80
Transceptor del sistema de comunicaciones
76
78
75

FIG. 3A

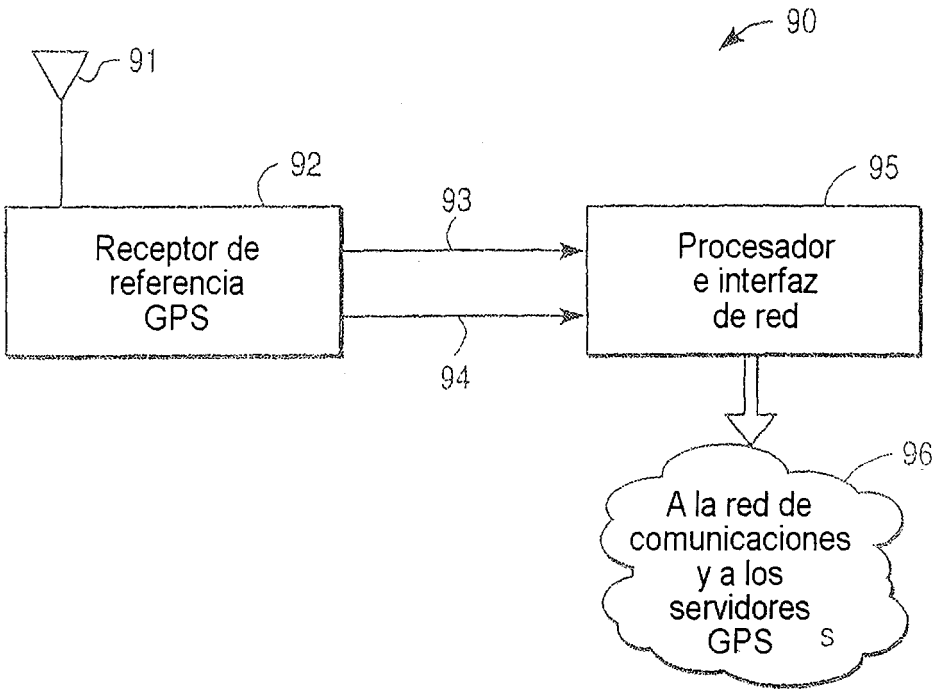

90
91
92
93
95
Receptor de referencia GPS
Procesador e interfaz de red
94
96
A la red de comunicaciones y a los servidores GPS
S

FIG. 3B

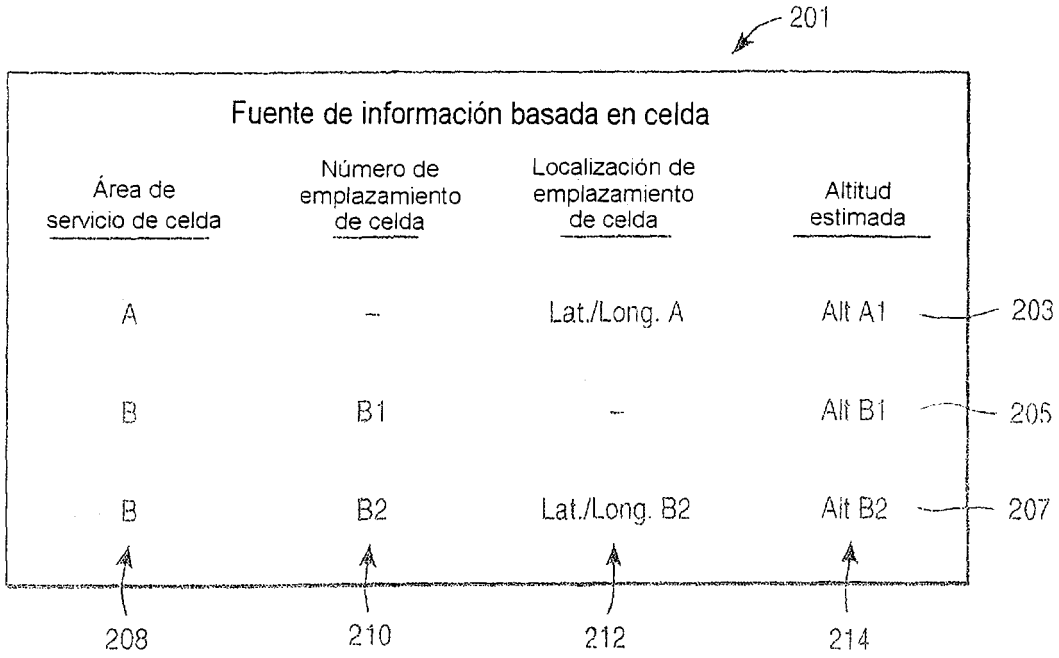

201
Fuente de información basada en celda
Área de servicio de celda
Número de emplazamiento de celda
Localización de emplazamiento de celda
Altitud estimada
A
–
Lat./Long. A
Alt A1
203
B
B1
–
Alt B1
205
B
B2
Lat./Long. B2
Alt B2
207
208
210
212
214

FIG. 4

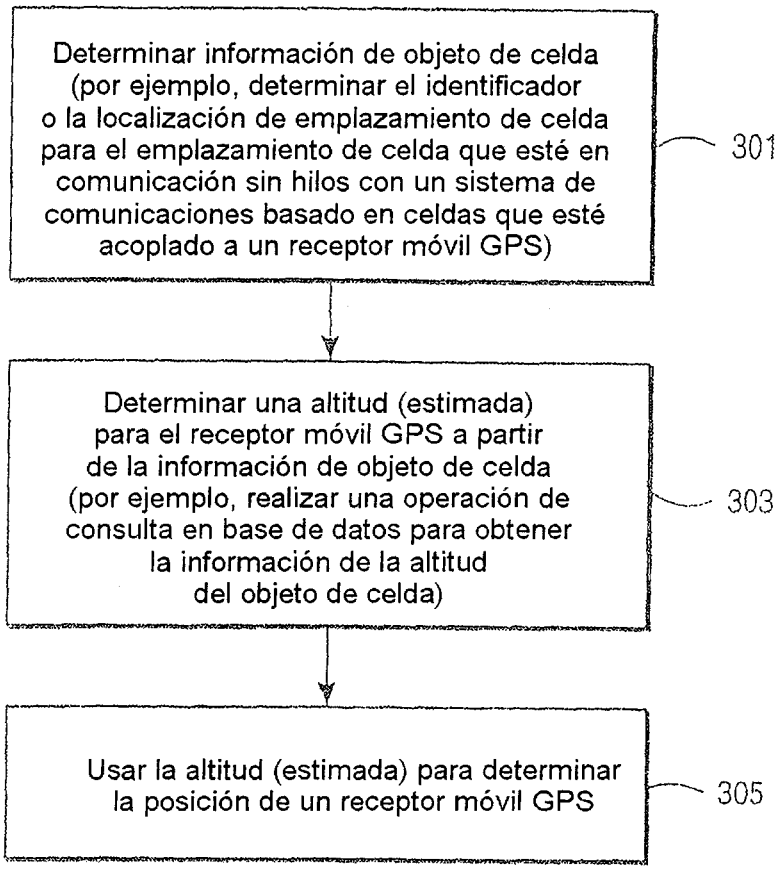

Determinar información de objeto de celda (por ejemplo, determinar el identificador o la localización de emplazamiento de celda para el emplazamiento de celda que esté en comunicación sin hilos con un sistema de comunicaciones basado en celdas que esté acoplado a un receptor móvil GPS)
301
Determinar una altitud (estimada) para el receptor móvil GPS a partir de la información de objeto de celda (por ejemplo, realizar una operación de consulta en base de datos para obtener la información de la altitud del objeto de celda)
303
Usar la altitud (estimada) para determinar la posición de un receptor móvil GPS
305

FIG. 5

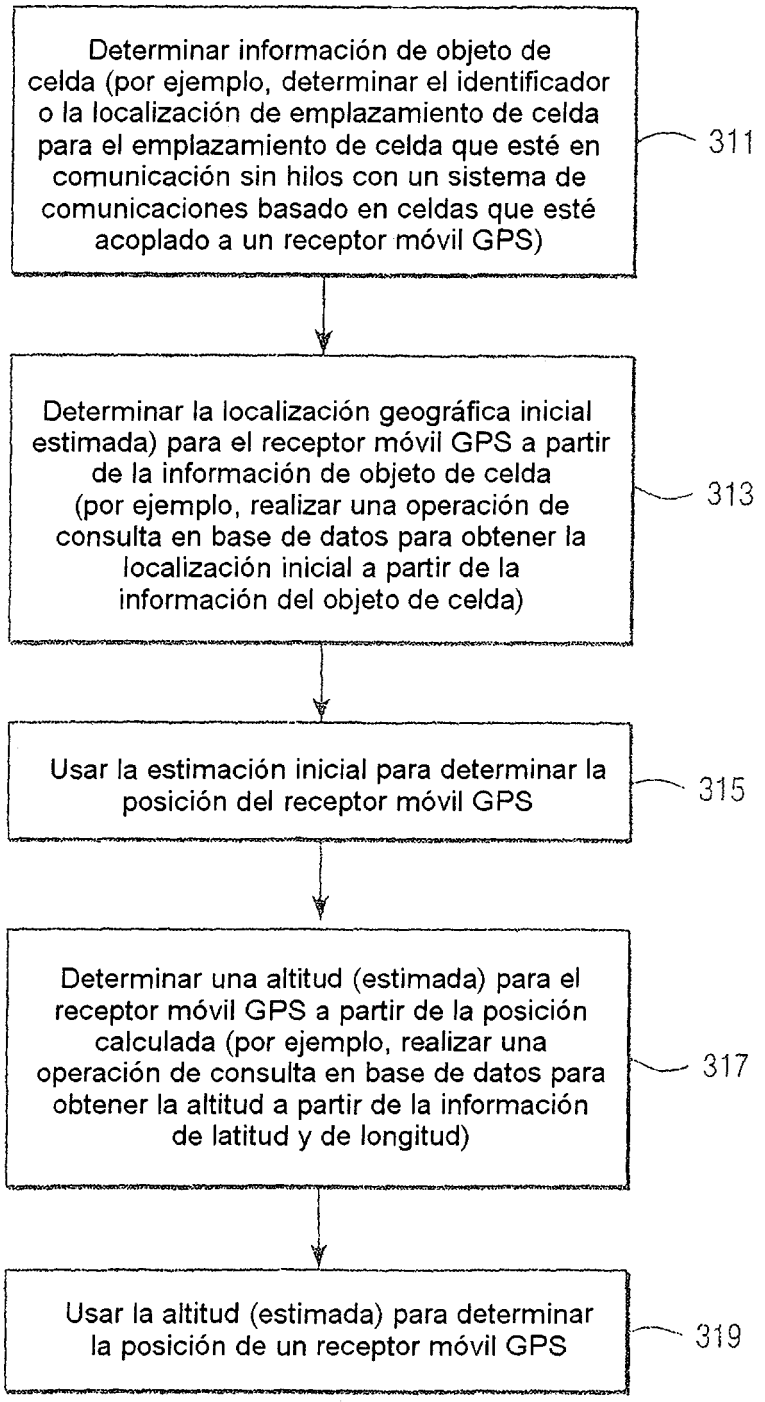

Determinar información de objeto de celda (por ejemplo, determinar el identificador o la localización de emplazamiento de celda para el emplazamiento de celda que esté en comunicación sin hilos con un sistema de comunicaciones basado en celdas que esté acoplado a un receptor móvil GPS)
311
Determinar la localización geográfica inicial estimada) para el receptor móvil GPS a partir de la información de objeto de celda (por ejemplo, realizar una operación de consulta en base de datos para obtener la localización inicial a partir de la información del objeto de celda)
313
Usar la estimación inicial para determinar la posición del receptor móvil GPS
315
Determinar una altitud (estimada) para el receptor móvil GPS a partir de la posición calculada (por ejemplo, realizar una operación de consulta en base de datos para obtener la altitud a partir de la información de latitud y de longitud)
317
Usar la altitud (estimada) para determinar la posición de un receptor móvil GPS
319

FIG. 5A

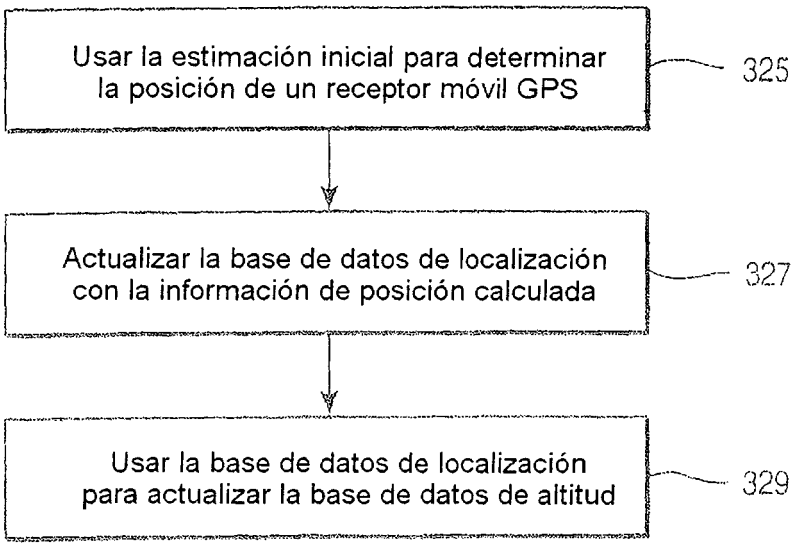

Usar la estimación inicial para determinar la posición de un receptor móvil GPS
325
Actualizar la base de datos de localización con la información de posición calculada
327
Usar la base de datos de localización para actualizar la base de datos de altitud
329

FIG. 5B

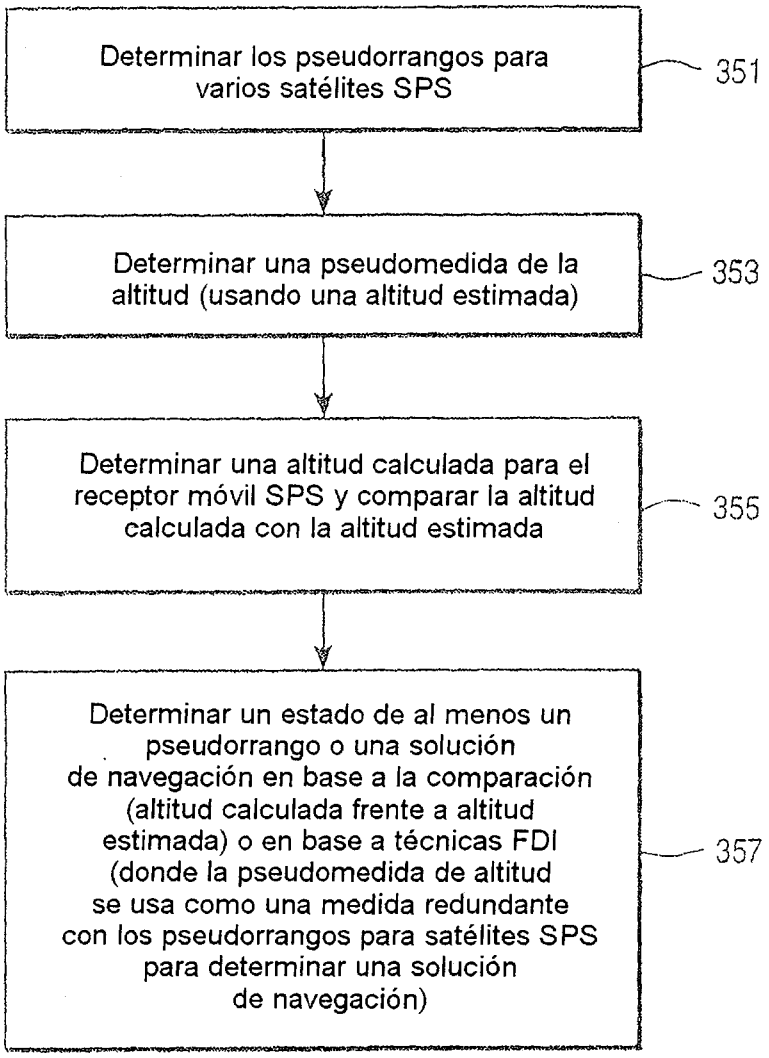

Determinar los pseudorrangos para varios satélites SPS
351
Determinar una pseudomedida de la altitud (usando una altitud estimada)
353
Determinar una altitud calculada para el receptor móvil SPS y comparar la altitud calculada con la altitud estimada
355
Determinar un estado de al menos un pseudorrango o una solución de navegación en base a la comparación (altitud calculada frente a altitud estimada) o en base a técnicas FDI (donde la pseudomedida de altitud se usa como una medida redundante con los pseudorrangos para satélites SPS para determinar una solución de navegación)
357

FIG. 6