



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 323 776**

⑤1 Int. Cl.:
G01S 5/14 (2006.01)
H04W 88/02 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **03809164 .1**
⑨6 Fecha de presentación : **17.10.2003**
⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1552323**
⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **13.07.2005**

⑤4 Título: **Procedimiento y aparato para mejorar la precisión de radiolocalización.**

③0 Prioridad: **17.10.2002 US 419680 P**
13.12.2002 US 433055 P
18.04.2003 US 418799

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.07.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.07.2009

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

⑦2 Inventor/es: **Sheynblat, Leonid y**
Riley, Wyatt T.

⑦4 Agente: **Carpintero López, Mario**

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 mejorar la precisión de radiolocalización.

5 Antecedentes**Campo**

10 La presente invención se refiere, en general, a la determinación de la posición. Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para proporcionar una estimación de posición más precisa para un terminal inalámbrico usando un conjunto de mediciones.

Antecedentes

15 A menudo es deseable, y en ocasiones necesario, conocer la posición de un usuario inalámbrico. Por ejemplo, la Federal Communications Commission (FCC) ha adoptado un informe y una orden para servicio inalámbrico mejorado 911 (E9-1-1) que requiere proporcionar la ubicación de un terminal inalámbrico (por ejemplo, un teléfono móvil, módem, ordenador con capacidad inalámbrica, asistente digital personal (PDA), o cualquier otro dispositivo móvil o portátil de este tipo que tenga capacidad de comunicación inalámbrica) a un Servicio público de atención de llamadas de emergencia (PSAP) cada vez que se realiza una llamada 911 desde el terminal. El mandato de la FCC requiere que la localización del terminal, para tecnologías basadas en microteléfonos tales como GPS asistido (A-GPS), tenga una precisión en de un radio de 50 metros para el 67% de las llamadas y en de un radio de 150 metros para el 95% de las llamadas. Además del mandato de la FCC, los proveedores de servicios pueden utilizar servicios de localización (es decir, servicios que identifican la posición de terminales inalámbricos) en diversas aplicaciones para proporcionar características de valor añadido que puedan generar ingresos adicionales.

20 Pueden utilizarse diversos sistemas para determinar la posición de un terminal inalámbrico. Un sistema de este tipo es el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ampliamente conocido, que es una “constelación” de 24 satélites suficientemente separados que orbitan alrededor de la Tierra. Cada satélite GPS transmite una señal codificada con información que permite a los receptores medir el tiempo de llegada de la señal recibida en relación con un punto arbitrario en el tiempo. Esta medición de tiempo de llegada relativo puede convertirse entonces en un “pseudoalcance”, que es la suma del alcance real entre el satélite y el terminal más todos los errores asociados con la medición. Una posición tridimensional de un receptor GPS puede estimarse con precisión (en un radio de 10 a 100 metros para la mayoría de receptores GPS) basándose en mediciones de pseudoalcance con respecto a un número suficiente de satélites (normalmente cuatro) y sus ubicaciones.

30 Un sistema de comunicación inalámbrico, tal como un sistema de comunicación celular, también puede usarse para determinar la posición de un terminal inalámbrico. De manera similar a las señales GPS, un terminal puede recibir una señal “terrestre” desde una estación base unida a tierra y determinar el tiempo de llegada de la señal recibida. De nuevo, la medición de tiempo de llegada puede convertirse en un pseudoalcance. Pueden usarse entonces mediciones de pseudoalcance con respecto a un número suficiente de estaciones base (normalmente tres o más) para estimar una posición bidimensional del terminal.

45 En un sistema de determinación de posición híbrido, pueden usarse señales desde estaciones base unidas a tierra en lugar de, o para complementar, señales desde satélites GPS para determinar la posición de un terminal inalámbrico. Un terminal “híbrido” incluiría un receptor GPS para recibir señales GPS desde los satélites y un receptor “terrestre” para recibir señales terrestres desde las estaciones base. Las señales recibidas desde las estaciones base pueden usarse para el sincronismo por el terminal o pueden convertirse en pseudoalcances. La posición tridimensional del terminal puede estimarse basándose en un número suficiente de mediciones para los satélites y estaciones base (para redes CDMA normalmente son cuatro).

50 Los tres sistemas de determinación de posición diferentes descritos anteriormente (concretamente GPS, inalámbrico e híbrido) pueden proporcionar estimaciones de posición (o “fijaciones”) con diferentes niveles de precisión. Una estimación de posición derivada basándose en señales desde el GPS es la más precisa. Sin embargo, las señales GPS se reciben con niveles de potencia muy bajos debido a las grandes distancias entre los satélites y los receptores. Además, la mayoría de los receptores GPS convencionales tienen gran dificultad a la hora de recibir señales GPS dentro de edificios, bajo follaje denso, en emplazamientos urbanos en los que altos edificios bloquean la mayor parte del cielo, etc. Una estimación de posición derivada a partir del sistema híbrido es menos precisa, y una derivada basándose en señales desde el sistema de comunicación inalámbrico es incluso menos precisa. Esto se debe a que los pseudoalcances calculados basándose en señales desde las estaciones base tienden a presentar mayores errores que los calculados a partir de señales GPS debido a errores de sincronismo y de hardware en las estaciones base, errores de sincronismo y de hardware en el terminal, y errores debidos a la trayectoria de propagación terrestre.

65 La posición de un terminal puede estimarse basándose en cualquiera de los tres sistemas descritos anteriormente. Es deseable obtener una estimación de posición que sea lo más precisa posible. Por tanto, una solución GPS se derivaría si está disponible un número suficiente de señales GPS. Si éste no es el caso, entonces puede derivarse una solución híbrida si está disponible una o más señales GPS más un número suficiente de señales terrestres, y si no hay señales

GPS disponibles, entonces puede obtenerse una solución celular si está disponible un número suficiente de señales terrestres.

El número requerido de señales para derivar cualquiera de las tres soluciones descritas anteriormente puede no estar disponible. En tales situaciones, puede usarse alguna técnica alternativa de determinación de la posición para estimar la posición del terminal. Una técnica alternativa de este tipo es la técnica de ID de célula, que proporciona una ubicación designada para una estación base de referencia (o de servicio) con la que el terminal está en comunicación como estimación de la posición del terminal. Esta ubicación designada puede ser el centro del área de cobertura de la estación base, la ubicación de la antena de la estación base, o alguna otra ubicación dentro del área de cobertura de la estación base. Una solución de ID de célula mejorada puede combinar información de ID de célula desde una estación base de referencia con información de ID de célula desde otra estación base y/o incluir mediciones de un retardo de ida y vuelta y/o mediciones de intensidad de la señal desde al menos una estación base que está en comunicación con el terminal. Una solución de ID de célula o de ID de célula mejorada puede proporcionarse como una solución "de reserva" o "red de seguridad" cuando no puede derivarse de manera independiente una solución más precisa no puede derivarse de manera independiente porque no hay disponible un número suficiente de señales. Por desgracia, puesto que la calidad de la estimación de posición proporcionada por la técnica alternativa anteriormente mencionada depende del tamaño del área de cobertura de la estación base, puede ser bastante pobre.

Por lo tanto existe una necesidad en la técnica de un procedimiento y aparato para proporcionar una estimación de posición más precisa para el terminal usando las mediciones que están disponibles.

Se llama la atención al documento EP-A-1 143 262, que da a conocer un procesamiento de regresión de cresta ponderada (WRR) que se aplica a tres o más mediciones de distancia para determinar la ubicación de un terminal. Por ejemplo, en un sistema de navegación basado en satélites integrado/red inalámbrica, la ubicación de una unidad móvil puede determinarse aplicando procesamiento WRR a al menos tres mediciones de distancia, siendo una o más de las mediciones de distancia mediciones de distancia basadas en satélite (por ejemplo, mediciones de pseudoalcance GPS) y una o más son mediciones de distancia basadas en red inalámbrica (por ejemplo, mediciones de retardo de ida y vuelta o de desfase del piloto). El procesamiento WRR proporciona precisión mejorada en la determinación de la posición de unidades móviles frente a técnicas convencionales de mínimo cuadrado medio.

Además se llama la atención al documento EP-A-1 148 344, que da a conocer un sistema de posicionamiento global-inalámbrico integrado que determina la ubicación de un terminal inalámbrico a partir de mediciones de satélite y mediciones de red inalámbrica. La precisión de la ubicación identificada depende de la calidad de la medición a partir de la red inalámbrica que, por desgracia, puede contener errores de medición tales como error sistemático. Los errores sistemáticos las provocan los retardos de tiempo que se producen durante el procesamiento y transmisión de señales. Los retardos de tiempo varían para cada sector/estación base y para cada tipo de modelo de terminal inalámbrico en uso. La calibración de estas errores sistemáticos es importante para el éxito del sistema de posicionamiento global inalámbrico integrado. Para un sistema de red pequeña que sólo tiene un puñado de estaciones base/terminales inalámbricos, puede configurarse un sistema específico para calibrar los retardos de tiempo para cada estación base y/o terminal inalámbrico. El enfoque es, sin embargo, costoso, consume mucho tiempo, y está sujeto a numerosos errores. No es factible para un sistema comercial a gran escala en el que están implicados cientos de estaciones base y docenas de diferentes tipos de terminales inalámbricos. El documento EP-A-1 148 344 da a conocer un procedimiento para usar un sistema de posicionamiento global inalámbrico integrado para obtener parámetros de retardo de desfase del piloto, para mejorar de manera continua la calidad de los valores obtenidos, y para ajustar de manera adaptativa los parámetros a cambios que puedan producirse. El procedimiento no requiere configurar un sistema particular para la calibración, y no requiere que un equipo de expertos técnicos realice calibraciones de campo. Con este procedimiento, se usan los terminales inalámbricos que tienen una recepción sin obstrucciones de señales del sistema de posicionamiento global para determinar una estimación de los parámetros de retardo de tiempo de desfase del piloto que se usan a continuación para actualizar parámetros obtenidos previamente en la base de datos. El parámetro de retardo de tiempo de desfase del piloto estimado se usa a continuación para calibrar las mediciones de desfase del piloto aplicadas para fijar la posición de un terminal inalámbrico que no tiene recepción de señales GPS sin obstrucciones.

Se llama la atención también al documento US-B1-6420999, que da a conocer un procedimiento y aparato que permiten aprovechar correlaciones entre un parámetro seleccionado y el error en una medición de pseudoalcance. Se establece una base de datos en la que se mantiene la cantidad de error estimada para mediciones de pseudoalcance particulares con respecto a una baliza. Se definen agrupamientos. Cada agrupamiento se asocia con un intervalo de valores para el parámetro seleccionado. Las mediciones de pseudoalcance se asocian entonces con un agrupamiento particular basándose en el valor del parámetro seleccionado en el momento (o próximo al momento) en el que se tomó la medición de pseudoalcance. A medida que se realizan más estimaciones de las mediciones de pseudoalcance, el tamaño de los agrupamientos (es decir, el intervalo de valores del parámetro seleccionado) puede reducirse. Debido a la correlación entre el parámetro seleccionado y los errores en las mediciones de pseudoalcance, reducir el tamaño de los agrupamientos reduce la varianza de las estimaciones de error. El valor medio de las estimaciones de error se usa para corregir el error en futuras mediciones de pseudoalcance.

Por último pero no menos importante, se llama la atención al documento WO 02/071095, que da a conocer una técnica para determinar la ubicación de un dispositivo basándose en una estimación de posición inicial basta para el dispositivo, que se deriva basándose en estimaciones iniciales (menos precisas) de la posición de una pluralidad de transmisores. En un procedimiento, se reciben la estimación de posición basta para el dispositivo y estimaciones de

posición revisadas (más precisas) para los transmisores. Una estimación de posición revisada para el dispositivo se inicializa (por ejemplo, con respecto a la estimación de posición basta). A continuación se calcula un vector de actualización basándose en las estimaciones de posición inicial y revisada para el dispositivo y las estimaciones de posición inicial y revisada para los transmisores. La estimación de posición revisada para el dispositivo se actualiza entonces basándose en el vector de actualización. El cálculo del vector de actualización y la actualización de la estimación de posición revisada para el dispositivo pueden repetirse varias veces para conseguir una estimación cada vez más precisa.

Sumario

Según la presente invención, se proporcionan un procedimiento y aparato para determinar una estimación de posición, como se expone en la reivindicación 1, y una unidad receptora, como se expone en la reivindicación 22. En las reivindicaciones dependientes se proporcionan realizaciones de la presente invención.

En el presente documento se describe un procedimiento y aparato que utilizan mediciones de ubicación de posición para mejorar la precisión de una estimación de posición inicial para un terminal inalámbrico. Estas mediciones pueden ser o bien un conjunto de mediciones parcial o bien un conjunto de mediciones “completo”. Un conjunto de mediciones parcial incluye mediciones de que están disponibles, pero no en número suficiente para producir una fijación de posición independiente para el terminal con una calidad de servicio predeterminada (es decir, precisión predeterminada). Sin embargo, en lugar de descartar estas mediciones, como se hace habitualmente, se usan para derivar una estimación de posición revisada para el terminal que tiene precisión mejorada frente a la estimación de posición inicial. En otro procedimiento y aparato, se mejora una estimación de posición inicial usando un conjunto de mediciones completo. Un conjunto de mediciones completo es un conjunto de mediciones a partir del cual es posible derivar una solución de ubicación de posición con una calidad de servicio suficientemente alta, pero que, no obstante, puede mejorarse mediante el procedimiento y aparato. Este procedimiento y aparato son esencialmente los mismos se use un conjunto completo o un conjunto de mediciones parcial. Por consiguiente, para simplificar el análisis, el procedimiento y aparato dados a conocer se describen únicamente en el contexto del conjunto de mediciones parcial.

En un procedimiento para determinar una estimación de posición para el terminal inalámbrico, la estimación de posición inicial para el terminal se obtiene en primer lugar basándose en una solución de ID de célula o de ID de célula mejorada u otros esquemas de estimación de ubicación de posición. Un conjunto de mediciones parcial se obtiene también para el terminal a partir de uno o más sistemas de determinación de posición. El conjunto parcial puede incluir mediciones desde satélites, estaciones base inalámbricas y/o puntos de acceso o una combinación de mediciones de satélite y terrestres. La estimación de posición inicial se actualiza entonces con el conjunto de mediciones parcial para obtener la estimación de posición revisada para el terminal.

La actualización puede efectuarse derivando en primer lugar un vector de medición basándose en la estimación de posición inicial y el conjunto de mediciones parcial. El vector de medición normalmente incluye errores residuales de pseudoalcance para los transmisores cuyas mediciones están en el conjunto parcial. Cada error residual de pseudoalcance es la diferencia entre (1) un pseudoalcance “medido” a partir de la posición del terminal con respecto al transmisor (derivado basándose en la medición) y (2) un pseudoalcance “calculado” a partir de la estimación de posición inicial con respecto al transmisor. También se forma una matriz de observación para el conjunto de mediciones parcial. También puede determinarse una matriz de pesos para su uso en la combinación de la estimación de posición inicial y el conjunto de mediciones parcial. Un vector de corrección se deriva entonces basándose en el vector de medición, la matriz de observación y la matriz de pesos. La estimación de posición inicial se actualiza entonces con el vector de corrección, que incluye cambios en la estimación de posición inicial.

Diversos aspectos y realizaciones del procedimiento y aparato se describen más detalladamente a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Las características, naturaleza y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se toma junto con los dibujos, en los que símbolos de referencia similares se identifican de manera correspondiente a lo largo de los mismos y en los que:

la figura 1 ilustra un sistema compuesto por varios sistemas de determinación de posición;

la figura 2 muestra un proceso para proporcionar una estimación de posición más precisa para un terminal inalámbrico usando un conjunto de mediciones parcial;

las figuras 3A a 3C ilustran tres escenarios operativos de ejemplo en los que el procedimiento y aparato dados a conocer puede proporcionar la estimación de posición más precisa;

las figuras 4A a 4E ilustran gráficamente el proceso de combinar la estimación de posición inicial con mediciones de satélite y/o celulares;

la figura 5 muestra una realización específica del proceso mostrado en la figura 2;

la figura 6 muestra un proceso para combinar información de dominio de estado con información de dominio de medición para proporcionar la estimación de posición más precisa; y

la figura 7 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad receptora, que puede ser un componente del terminal inalámbrico.

Descripción detallada

La figura 1 es diagrama que ilustra un sistema 100 compuesto por varios sistemas de determinación de posición. Uno de tales sistemas de determinación de posición es un sistema de posicionamiento por satélite (SPS), que puede ser el sistema de posicionamiento global (GPS) ampliamente conocido. Otro de tales sistemas de determinación de posición es un sistema de comunicación celular, que puede ser un sistema de comunicación de acceso múltiple por división de código (CDMA), un sistema de comunicación para sistema global de comunicaciones móviles (GSM), o algún otro sistema inalámbrico. En general, el sistema 100 puede incluir cualquier número de sistemas de determinación de posición que pueden ser de cualquier tipo (por ejemplo, un sistema *Bluetooth*, *Wireless Fidelity* (Wi-Fi), ancho de banda ultraancho (UWB) o cualquier otro sistema que pueda proporcionar información relacionada con la ubicación). Si el sistema se diseña para proporcionar cobertura de señal localizada, entonces este sistema puede denominarse como un sistema de posicionamiento de área local (LAPS).

Como se muestra en la figura 1, un terminal 110 puede recibir señales transmitidas desde varios transmisores (o transceptores), cada uno de los cuales puede ser una estación 120 base del sistema de comunicación celular o un satélite 130 del SPS. El terminal 110 puede ser un teléfono móvil, módem, ordenador con capacidad inalámbrica, asistente digital personal (PDA), o cualquier otro dispositivo móvil o portátil de este tipo que tenga capacidad inalámbrica. En general, puede usarse cualquier tipo de transmisor situado en ubicaciones que son conocidas o que pueden averiguarse para determinar la posición del terminal. Por ejemplo, el terminal 110 puede recibir una señal desde un punto de acceso en un sistema *Bluetooth*. Según se usa en el presente documento, una estación base puede ser cualquier transmisor o transceptor unido a tierra que transmite y/o recibe una señal que puede usarse para la determinación de la posición.

El terminal 110 puede ser cualquier dispositivo que pueda recibir y procesar señales de los sistemas de determinación de posición para obtener información de sincronismo, de determinación del alcance y/o de ubicación. Debe observarse que el sincronismo y la determinación del alcance no tienen que estar vinculados entre sí. Por ejemplo, simplemente recibir una señal desde un sistema de corto alcance tal como un sistema *Bluetooth* puede proporcionar suficiente información para radiolocalizar un terminal. El terminal 110 puede ser un teléfono móvil, un terminal fijo, una unidad electrónica (por ejemplo, un sistema informático, un asistente digital personal (PDA), etc.) con un módem inalámbrico, una unidad receptora que puede recibir señales desde satélites y/o estaciones base, etc. En otro ejemplo, el terminal 110 puede ser cualquier dispositivo que pueda transmitir señales a los sistemas de determinación de posición de modo que estos sistemas de determinación de posición pueden obtener información de sincronismo, de determinación del alcance y/o de ubicación.

La posición de un terminal inalámbrico puede determinarse basándose en señales de uno o múltiples sistemas de determinación de posición. Por ejemplo, si el sistema 100 incluye el SPS y el sistema de comunicación celular, entonces la posición del terminal puede estimarse basándose en señales de (1) el SPS solo, (2) el sistema de comunicación celular solo, o (3) tanto el SPS como el sistema de comunicación celular. Se conocen técnicas para determinar la posición del terminal basándose únicamente en mediciones para estaciones base en el sistema de comunicación celular como la trilateración avanzada de enlace directo (A-FLT), el tiempo de llegada de enlace ascendente (U-TOA) o la diferencia de tiempo de llegada de enlace ascendente (U-TDOA), diferencia de tiempo observada mejorada (E-OTD), y diferencia de tiempo de llegada observada (OTDOA).

Cada sistema de determinación de posición puede proporcionar estimaciones de posición (o fijaciones) con un cierto nivel de precisión y también puede estar disponible para ciertos entornos operativos. Si el sistema 100 incluye el SPS y el sistema de comunicación celular, entonces la precisión y disponibilidad para estos sistemas puede resumirse brevemente (en orden de precisión descendente típico) como se muestra en la tabla 1.

Tipo de medición	Tipo de solución	Descripción
SPS	Basada en microteléfono	Solución basada únicamente en SPS. Precisión máxima. Puede no estar disponible para ciertos entornos (por ejemplo, interiores profundos).
SPS + A-FLT	Híbrida	Solución híbrida basada en una combinación de SPS y sistemas de comunicación celular. Precisión intermedia. Disponibilidad en interiores mejorada.
LAPS	Basada en WLAN	Solución basada únicamente en el sistema de comunicación de área local. La precisión depende de las características de alcance máximo del sistema. Muy buena disponibilidad en interiores.
A-FLT	Basada en red	Solución basada únicamente en el sistema de comunicación celular. Precisión reducida. Normalmente disponible en zonas urbanas y puede estar disponible cuando no está disponible GPS (por ejemplo, interiores profundos).
ID de célula mejorado	Basada en células	Solución basada únicamente en el sistema de comunicación celular. Precisión baja. Depende generalmente del tamaño del sector de célula y la precisión del retardo de ida y vuelta o medición similar. Puede incluir otras mediciones celulares tales como observaciones de más de un transmisor, e intensidad de la señal.
ID de célula	Basada en células	Solución basada únicamente en el sistema de comunicación celular. Precisión mínima. Proporciona sólo la identidad de la célula en la que se encuentra el terminal. Por lo tanto, la precisión depende del tamaño de la célula.

Una solución “basada en SPS” tiene la precisión máxima en la tabla 1. Sin embargo, en ciertos entornos operativos (por ejemplo, interiores) puede no estar disponible un número suficiente de satélites SPS (normalmente cuatro) para calcular esta solución. Una solución “híbrida” tiene la precisión máxima siguiente aunque requiere señales de uno o más satélites SPS más un número suficiente de estaciones base. De nuevo, para ciertos entornos operativos puede no estar disponible el número requerido de señales (normalmente cuatro). Puede obtenerse una solución “basada en red”, tal como A-FLT, basándose en mediciones para un número suficiente de estaciones base (tres o más). Si no está disponible el número requerido de estaciones base, entonces puede obtenerse una solución de ID de célula mejorada o de ID de célula “basada en célula” basándose en una medición para una única estación base. Esta estación base es normalmente la que está en comunicación con el terminal y a menudo se hace referencia a la misma como estación base de “referencia”. En otro ejemplo, la solución de ID de célula mejorada puede incluir información de múltiples estaciones base o células tales como las descripciones de área de cobertura de célula, las observaciones de múltiples transmisores y características de señal tales como intensidad de señal, interferencia de señal, etc.

En la patente estadounidense n.º 5,999,124, titulada “Satellite Positioning System Augmentation with Wireless Communication Signals,” publicada el 7 de diciembre de 1999, se describen con detalle técnicas para derivar una solución híbrida.

De manera convencional, se proporciona una de las soluciones mostradas en la tabla 1 siempre que se requiera una estimación de posición para el terminal. La solución más precisa se deriva si está disponible el número requerido de mediciones (es decir, un conjunto de mediciones completo) para la solución. Si están disponibles menos del número requerido de mediciones, entonces puede proporcionarse una solución de reserva o de red de seguridad tal como una solución de ID de célula o de ID de célula mejorada.

En el presente documento se describe un procedimiento y un aparato para utilizar un conjunto de mediciones parcial obtenido a partir de uno o más sistemas de determinación de posición para mejorar la precisión de una estimación de posición inicial basta. La estimación de posición inicial puede proporcionarla, por ejemplo, una solución de ID de célula, de ID de célula mejorada o LAPS. Los expertos en la técnica entenderán que se conocen otros modos diversos para determinar una estimación de posición inicial, tal como mediante el uso de navegación estimada, una estimación introducida directamente por el usuario, etc.

El conjunto parcial puede incluir mediciones celulares y/o SPS. Este conjunto parcial se define por el hecho de que no incluye un número suficiente de mediciones necesarias para derivar una estimación de posición independiente para el terminal con una calidad de servicio predeterminada. Los expertos en la técnica entenderán que la calidad de servicio predeterminada deberá determinarse basándose en la aplicación particular para la que se usará la determinación de ubicación de posición. Por ejemplo, la calidad de servicio requerida para proporcionar información sobre qué puntos de interés (por ejemplo, cajeros automáticos (ATM), restaurantes, tiendas de un tipo en particular, etc.) están

próximos podría ser relativamente baja (imprecisa). Por el contrario, la calidad de servicio predeterminada necesitaría ser relativamente alta (precisa) para una aplicación tal como la navegación a través de un laberinto de calles estrechas separadas por distancias relativamente pequeñas. Puede requerirse una calidad incluso más alta para proporcionar información sobre una tienda o restaurante en particular en el que se está ubicado. Por ejemplo, en una aplicación, el usuario de un terminal podría estar interesado en descargar el menú del restaurante al que va a entrar en una calle que tiene varios restaurantes en competencia muy próximos entre sí (es decir, uno al lado de otro). Para distinguir uno de otro, sería necesario que la calidad de servicio fuera relativamente alta.

Sin embargo, en lugar de descartar mediciones insuficientes para conseguir la calidad de servicio predeterminada, como se realiza de manera convencional, el procedimiento y aparato que se dan a conocer en el presente documento usan estas mediciones para derivar una estimación de posición revisada que tiene una precisión mejorada respecto a la estimación de posición inicial. Una excepción puede ser una solución LAPS. Si o bien el alcance de señal máximo de LAPS o bien la distancia desde el transmisor de LAPS es menor que una estimación de error de posición inicial, entonces la estimación de posición inicial puede actualizarse (o reemplazarse) por la solución LAPS, que puede haberse derivado a partir de una única medición de LAPS. Esta medición de LAPS puede ser una medición de alcance, una característica de señal, un simple indicador de recepción de señal, o puede estar basada en la descripción del área de cobertura de LAPS.

En otro procedimiento y aparato, se mejora una estimación de posición inicial usando un conjunto de mediciones completo. Un conjunto de mediciones completo es un conjunto de mediciones a partir del que es posible derivar una solución de ubicación de posición con una calidad de servicio lo suficientemente alta, pero que no obstante puede mejorarse mediante el procedimiento y aparato. El procedimiento y aparato dados a conocer en el presente documento son esencialmente los mismos se use un conjunto de mediciones completo o uno parcial. Por consiguiente, para simplificar el análisis, el procedimiento y aparato dados a conocer se describen únicamente en el contexto del conjunto de mediciones parcial.

La figura 2 es un diagrama de flujo de una realización de un proceso 200 para proporcionar una estimación de posición más precisa para un terminal inalámbrico usando un conjunto de mediciones parcial. El proceso empieza obteniendo una estimación de posición inicial para el terminal (etapa 212). Esta estimación de posición inicial puede derivarse a partir de uno o más sistemas de determinación de posición. Además, la estimación de posición inicial puede representar la solución más precisa que puede obtenerse usando cualquier técnica disponible de determinación de la posición. Por ejemplo, la estimación de posición inicial puede proporcionarse mediante una solución de ID de célula, una solución de ID de célula mejorada, o alguna otra solución.

Un conjunto de mediciones parcial también se obtiene a partir de uno o más sistemas de determinación de posición (etapa 214). Este conjunto parcial no incluye un número suficiente de mediciones para derivar una estimación de posición independiente para el terminal con una calidad de servicio predeterminada. Sin embargo, si estuviera disponible el número requerido de mediciones, entonces podría haberse obtenido la estimación de posición independiente para el terminal, y esta estimación de posición tendría normalmente una mayor precisión que la estimación de posición inicial. El conjunto parcial puede incluir mediciones sólo del SPS, mediciones sólo del sistema de comunicación celular o mediciones tanto del SPS como del sistema de comunicación inalámbrico o de cualquier otro número de otros sistemas de determinación de posición.

Entonces se actualiza la estimación de posición inicial con el conjunto de mediciones parcial para obtener una estimación de posición revisada para el terminal (etapa 216). Esta estimación de posición revisada tiene una mayor precisión que la estimación de posición inicial. La cantidad de mejora en la precisión depende de diversos factores tales como (1) la precisión (o imprecisión) de la estimación de posición inicial, (2) el número y el tipo de mediciones disponibles para la actualización, la geometría (es decir, las ubicaciones relativas de los transmisores desde los que se reciben las señales, etc. La actualización se describe a continuación.

Para describir con mayor claridad el procedimiento y aparato, se describe en primer lugar la derivación para calcular una estimación de posición para el terminal basándose en un conjunto de mediciones completo. En la siguiente descripción, se usa un sistema de coordenadas geodésico y puede definirse una posición tridimensional (3D) mediante tres valores para latitud (norte), longitud (este) y altitud (arriba).

Para un terminal ubicado en una coordenada 3D dada, puede determinarse su posición exacta basándose en alcances reales (o “verdaderos”) respecto a tres transmisores en ubicaciones conocidas. Sin embargo, normalmente no puede determinarse el alcance verdadero respecto a cada transmisor debido a errores de reloj y otros errores de medición. En su lugar, puede determinarse un “pseudoalcance”, que incluye el alcance verdadero más una desviación debida a errores de reloj y otros errores de medición. Entonces se necesitaría una cuarta medición para eliminar la desviación común en todas las mediciones.

Una ecuación básica que relaciona la posición del terminal, la ubicación del transmisor de orden i , y el pseudoalcance PR_i desde la posición del terminal a la ubicación del transmisor de orden i puede expresarse como

$$PR_i = \sqrt{(Lat - Lat_i)^2 + (Long - Long_i)^2 + (Alt - Alt_i)^2} + T, \quad \text{Ec (1)}$$

donde

$Lat, Long$ y Alt representan las coordenadas espaciales planares 3D de la posición real del terminal;

5 $Lat_i, Long_i$ y Alt_i representan las coordenadas de la ubicación del transmisor de orden i ; y

T representa la coordenada temporal.

10 Puede obtenerse un conjunto de cuatro ecuaciones básicas tal como se muestra en la ecuación (1) para cuatro transmisores diferentes, es decir, para $i = \{1, 2, 3, 4\}$.

Las ecuaciones básicas pueden linearizarse empleando relaciones incrementales, tal como sigue:

15
$$Long = Long_{init} + \Delta e \quad , \quad \text{Ec (2)}$$

$$Lat = Lat_{init} + \Delta n \quad ,$$

20
$$Alt = Alt_{init} + \Delta u \quad ,$$

$$T = T_{init} + \Delta T \quad , \text{ y}$$

25
$$PR_i = PR_{init,i} + \Delta PR_i \quad , \text{ para } i = \{1, 2, 3, 4\} \quad ,$$

donde

30 $Lat_{init}, Long_{init}, Alt_{init}$, y T_{init} son los valores iniciales (una mejor estimación *a priori*) de $Lat, Long, Alt$ y T , respectivamente;

$\Delta e, \Delta n, \Delta u$ y ΔT representan las correcciones de los valores iniciales $Lat_{init}, Long_{init}, Alt_{init}$, y T_{init} , respectivamente;

35 $PR_{init,i}$ representa la medición de pseudoalcance a partir de la estimación de posición inicial con respecto al transmisor de orden i (es decir, un pseudoalcance “calculado”);

40 PR_i representa la medición de pseudoalcance a partir de la posición del terminal con respecto al transmisor de orden i (es decir, un pseudoalcance “medido”); y

45 ΔPR_i representa la diferencia entre los pseudoalcances calculado y medido (a la que también se denomina como el “pseudoalcance residual”).

En el conjunto de ecuaciones (2), $Lat_{init}, Long_{init}$ y Alt_{init} representan la estimación de posición 3D inicial del terminal y $Lat, Long$ y Alt representan la posición 3D real del terminal (o una mejor estimación *a posteriori*). La estimación de posición inicial es la mejor estimación actualmente disponible para el terminal.

50 La medición de pseudoalcance $PR_{init,i}$ es un valor calculado para el pseudoalcance entre la estimación de posición inicial ($Lat_{init}, Long_{init}$ y Alt_{init}) y la ubicación conocida del transmisor de orden i ($Lat_i, Long_i$ y Alt_i). Esta medición de pseudoalcance puede expresarse como:

55
$$PR_{init,i} = \sqrt{(Lat_{init} - Lat_i)^2 + (Long_{init} - Long_i)^2 + (Alt_{init} - Alt_i)^2} \quad . \quad \text{Ec (3)}$$

60 La medición de pseudoalcance PR_i se considera un valor “medido” porque se deriva basándose en la señal recibida por el terminal desde el transmisor de orden i . En particular, si se conoce el tiempo en que se transmite la señal desde el transmisor de orden i (por ejemplo, si la señal tiene indicación de tiempo o en la señal está codificada información de sincronismo), entonces puede determinarse el tiempo que tarda la señal en llegar hasta el terminal observando el tiempo en el que se recibe la señal en el terminal (basándose en el reloj interno del terminal). Sin embargo, normalmente no puede determinarse exactamente la cantidad de tiempo entre transmisión y recepción debido a las desviaciones entre los relojes en el transmisor y el terminal y otros errores de medición. Por tanto, un pseudoalcance se deriva basándose en la diferencia entre un tiempo de referencia y el tiempo en el que se recibe la señal. En otro ejemplo, puede usarse

una característica de señal tal como la intensidad de una señal o una combinación de características de señales para derivar una medición de pseudoalcance. Se conoce en la técnica la derivación de un pseudoalcance a partir de una señal recibida desde un satélite SPS y no se describe con detalle en el presente documento.

El error residual de pseudoalcance ΔPR_i para el transmisor de orden i puede expresarse como:

$$\Delta PR_i = PR_i - PR_{init,i} \quad \text{Ec (4)}$$

Sustituyendo las expresiones incrementales en el conjunto de ecuaciones (2) en la ecuación básica (1) e ignorando términos de error de segundo orden, puede obtenerse lo siguiente:

$$\Delta PR_i = \frac{\partial PR_i}{\partial e} \Delta e + \frac{\partial PR_i}{\partial n} \Delta n + \frac{\partial PR_i}{\partial u} \Delta u + \Delta T, \text{ para } i = \{1, 2, 3, 4\}. \quad \text{Ec (5)}$$

Las cuatro ecuaciones linearizadas mostradas en la ecuación (5) pueden expresarse de manera más conveniente en forma de matriz, de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} \Delta PR_1 \\ \Delta PR_2 \\ \Delta PR_3 \\ \Delta PR_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix}, \quad \text{Ec (6)}$$

donde $\frac{\partial}{\partial x}$ es el coseno de dirección del ángulo entre el pseudoalcance con respecto al transmisor de orden i y un vector en la dirección x , donde x puede ser este, norte o arriba. Puede usarse la ecuación (6) para determinar o actualizar la posición del terminal, siempre que esté disponible un conjunto completo e independiente de mediciones de pseudoalcance para cuatro transmisores.

La figura 3A es un diagrama que ilustra un escenario operativo de ejemplo en el que pueden usarse el procedimiento y aparato dados a conocer para proporcionar una estimación de posición más precisa. En la figura 3A, el terminal 110 recibe una señal desde la estación 120x base y señales desde dos satélites 130x y 130y SPS. Estas tres señales pueden no ser suficientes para derivar una fijación de posición híbrida de 3D. Entonces puede derivarse una solución de ID de célula usando el conocimiento básico de la estación 120x base, que está en comunicación con el terminal 110. Si la estación 120x base está diseñada para proporcionar cobertura para un área geográfica aproximada por un círculo 310, entonces puede estimarse la posición del terminal 110 como la ubicación de la estación base o alguna otra ubicación designada dentro del área de cobertura.

Para aumentar la capacidad del sistema, el área de cobertura de cada estación base puede dividirse en un número de sectores (por ejemplo, tres sectores). Entonces a cada sector le da servicio un subsistema de transceptor de base (BTS) correspondiente. Para un área de cobertura que se ha dividido en sectores (a la que comúnmente se hace referencia como célula dividida en sectores), la estación base que da servicio a esa área de cobertura incluiría entonces todos los BTS que dan servicio a los sectores del área de cobertura. Entonces puede obtenerse una solución de ID de célula mejorada con información adicional que identifica el sector de BTS específico con el que el terminal está en comunicación. En este caso, la incertidumbre en la posición del terminal puede reducirse a un área en forma de sector circular, que se marca como sector A en la figura 3A. La posición del terminal puede estimarse entonces como el centro del sector cubierto por este BTS (punto 312) o alguna otra ubicación designada.

También puede estar disponible información adicional, tal como la intensidad de la señal recibida desde el BTS, el retardo de ida y vuelta (RTD) entre el terminal y el BTS, la progresión del tiempo (TA) de la señal recibida (para GSM), el tiempo de ida y vuelta (RTT) entre el terminal y el BTS (para W-CDMA), etc. Si está disponible información adicional de este tipo, entonces, puede ajustarse la estimación de posición del terminal en consecuencia.

Como se ilustró anteriormente, la técnica de ID de célula o de ID de célula mejorada puede proporcionar una estimación de posición basta para el terminal. Esto representaría entonces la mejor estimación 2D *a priori* (es decir, la estimación de posición inicial) para el terminal. La estimación de posición inicial para el terminal puede darse como

(Lat_{init} y $Long_{init}$). Entonces puede obtenerse una estimación de posición revisada que tenga una precisión mejorada para el terminal usando dos mediciones de pseudoalcance para los dos satélites 130x y 130y SPS.

5 Las ecuaciones linealizadas para el terminal con dos mediciones de pseudoalcance para dos satélites pueden expresarse como:

$$\begin{bmatrix} \Delta PR_1 \\ \Delta PR_2 \\ \Delta H \\ \Delta CB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix}, \quad \text{Ec (7)}$$

20 donde

ΔH es el error residual de altitud, que representa la diferencia entre la estimación actual de la altitud del terminal y la altitud real; y

25 ΔCB representa la diferencia entre la estimación de tiempo de referencia actual y el tiempo de referencia “verdadero”.

En la ecuación (7), el error residual de pseudoalcance ΔPR_i para cada uno de los dos satélites SPS puede determinarse basándose en el pseudoalcance $PR_{init,i}$ calculado y el pseudoalcance PR_i medido para el satélite, tal como se muestra en la ecuación (4). El pseudoalcance $PR_{init,i}$ puede calcularse como la distancia entre la estimación de posición inicial del terminal (Lat_{init} , $Long_{init}$ y Alt_{init}) y la ubicación del satélite de orden i (Lat_i , $Long_i$ y Alt_i), donde la altitud del terminal, Alt_{init} , puede estimarse para que sea igual a la altitud para el BTS que da servicio o alguna otra altitud. Dada cierta información adicional acerca del tiempo de referencia, puede usarse ΔCB para explicar la diferencia entre la estimación de tiempo de referencia actual y el tiempo de referencia “verdadero”. En un ejemplo, puede medirse el tiempo de propagación entre el BTS que da servicio y el terminal y usarse para proporcionar la información acerca del retardo de tiempo de referencia. El pseudoalcance PR_i se deriva basándose en la señal recibida desde el satélite de orden i y es una medición del alcance desde el satélite de orden i hasta la ubicación real (“verdadera”) del terminal.

La ecuación (7) también puede expresarse de una forma más compacta de la siguiente manera:

$$\underline{\mathbf{r}} = \underline{\mathbf{H}} \underline{\mathbf{x}}, \quad \text{Ec (8)}$$

45 donde

$\underline{\mathbf{r}}$ es un vector con cuatro elementos para los errores residuales de pseudoalcance (es decir, el vector de “medición”);

50 $\underline{\mathbf{x}}$ es un vector con cuatro elementos para las correcciones de posición de usuario y de tiempo (es decir, el vector de “corrección”); y

$\underline{\mathbf{H}}$ es la matriz de “observación” 4x4.

55 El vector $\underline{\mathbf{x}}$ de corrección puede determinarse entonces como:

$$\underline{\mathbf{x}} = \underline{\mathbf{H}}^{-1} \underline{\mathbf{r}}. \quad \text{Ec (9)}$$

60 La ecuación (9) proporciona una solución no ponderada para el vector $\underline{\mathbf{x}}$ de corrección. Esta ecuación da pesos iguales a la información relacionada con la estimación de posición inicial (por ejemplo, obtenida a partir de la técnica de ID de célula o alguna otra técnica) y la información de determinación del alcance para los satélites SPS. Para combinar mejor las dos informaciones, puede asignarse pesos apropiados a la estimación de posición inicial y a las mediciones pseudoalcance.

ES 2 323 776 T3

Puede determinarse una matriz $\underline{V}$ de covarianza, que también se conoce como matriz de ruido de medición, para las ecuaciones linealizadas mostradas en el conjunto de ecuaciones (7) y puede expresarse como:

$$\underline{V} = \begin{bmatrix} V_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & V_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & V_h & 0 \\ 0 & 0 & 0 & V_{cb} \end{bmatrix}, \quad \text{Ec (10)}$$

donde

V_{11} es la varianza del error para la medición de pseudoalcance PR_1 para el primer satélite;

V_{22} es la varianza del error para la medición de pseudoalcance PR_2 para el segundo satélite;

V_h es la varianza del error para la medición de altura medición; y

V_{cb} es la varianza del error asociado con el tiempo de referencia.

Los elementos V_{11} y V_{22} pueden expresarse como $V_{11} = \sigma_{pr1}^2$ y $V_{22} = \sigma_{pr2}^2$, donde σ_{pr1} y σ_{pr2} son las desviaciones estándar de los errores para las mediciones de pseudoalcance PR_1 y PR_2 , respectivamente. Una matriz $\underline{W}$ de peso puede definirse como una inversa de la matriz $\underline{V}$ de covarianza (es decir, $\underline{W} = \underline{V}^{-1}$). Los elementos diferentes de cero de $\underline{W}$ determinan la ponderación para las mediciones de pseudoalcance y la información relacionada con la estimación de posición inicial en la derivación de la estimación de posición revisada. Los elementos de $\underline{W}$ están relacionados inversamente con los valores esperados de los cuadrados o productos cruzados de los errores en las mediciones. Por tanto, un pequeño error para cualquier cantidad (por ejemplo, PR_i) significa una observación más fiable y corresponde a un valor correspondiente grande para $\underline{W}$. Entonces esto daría como resultado que a esa cantidad se le daría un peso superior al combinar la estimación de posición inicial con las mediciones de pseudoalcance.

El pseudoalcance PR_i respecto al satélite de orden i puede definirse como:

$$PR_i = R_i + CB + SV_i + Tr_i + I_i + M_i + \eta_i, \quad \text{Ec (11)}$$

donde

R_i es el alcance verdadero o real desde la posición del terminal hasta el satélite de orden i ;

CB representa el error debido al tiempo de referencia;

SV_i representa todos los errores asociados con el satélite de orden i ;

Tr_i representa los errores debidos a la señal SPS que pasa a través de la troposfera;

I_i representa los errores debidos a la señal SPS que pasa a través de la ionosfera;

M_i representa el error asociado con el entorno de propagación de la señal, que incluye multitrayectoria; y

η_i representa el error asociado con el ruido de medición del receptor (o ruido térmico).

La estimación V_{ii} de error incluiría entonces todos los errores en la medición de pseudoalcance para el satélite de orden i . La ecuación (10) supone que las mediciones de pseudoalcance son independientes entre sí. En la técnica se conoce la derivación de la matriz $\underline{V}$ de ruido de medición y no se describe con detalle en el presente documento.

Una solución ponderada para el vector $\underline{x}$ de corrección puede expresarse entonces como:

$$\underline{x} = (\underline{H}^T \underline{W} \underline{H})^{-1} \underline{H}^T \underline{W} \underline{r}, \quad \text{Ec (12)}$$

donde $\underline{H}^T$ representa la transpuesta de $\underline{H}$.

Puede usarse la ecuación (9) o (12) para obtener el vector $\underline{x}$ de corrección. Este vector incluiría dos términos diferentes de cero para Δe y Δn . La estimación de posición 2D revisada para el terminal puede calcularse entonces como:

$$Long_{rev} = Long_{init} + \Delta e, \text{ y} \quad Ec (13)$$

$$Lat_{rev} = Lat_{init} + \Delta n$$

El proceso de combinar la estimación de posición inicial con la medición SPS y/u otras mediciones se describe con más detalle a continuación con referencia a las figuras 4A a 4D.

La figura 3B es un diagrama que ilustra otro escenario operativo de ejemplo en el que pueden usarse el procedimiento y aparato dados a conocer para proporcionar una estimación de posición más precisa. En la figura 3B, el terminal 110 recibe dos señales desde las estaciones 120x y 120y base. Estas dos señales no son suficientes para derivar una fijación de posición basada en red (por ejemplo, A-FLT). Una solución de ID de célula o de ID de célula mejorada puede derivarse basándose en la ubicación de la estación base designada como la estación base que da servicio al terminal, similar a la descrita anteriormente para la figura 3A. La estimación de posición inicial para el terminal puede darse como Lat_{init} y $Long_{init}$.

De manera similar a los satélites SPS, puede estimarse el pseudoalcance con respecto a cada estación base basándose en la señal recibida desde la estación base. Para un sistema CDMA, a cada estación base se le asigna una secuencia de ruido pseudoaleatorio (PN) con una desviación específica (o tiempo de inicio). Esta secuencia de PN se usa para realizar un ensanchamiento espectral de los datos antes de su transmisión desde la estación base. Cada estación base también transmite un piloto, que simplemente es una secuencia de todo unos (o todo ceros) que se ensancha con la secuencia de PN asignada. La señal transmitida por la estación base se recibe en el terminal y el tiempo de llegada de la señal puede determinarse basándose en la fase de la secuencia de PN usada para el ensanchamiento. Puesto que el piloto se procesa normalmente para obtener esta información de fase de PN, esta medición en el terminal también se conoce como medición de fase del piloto. La medición de fase del piloto se usa para estimar la cantidad de tiempo que tarda la señal en llegar desde la estación base hasta el terminal. Este tiempo de recorrido puede convertirse en un pseudoalcance similar al realizado para el satélite SPS. Una medición de pseudoalcance derivada a partir de una señal terrestre (por ejemplo, una medición de fase del piloto) se indica como PP para diferenciarla de una medición de pseudoalcance derivada a partir de una señal SPS.

Las ecuaciones linealizadas para el terminal con dos mediciones de pseudoalcance para dos estaciones base pueden expresarse como:

$$\begin{bmatrix} \Delta PP_1 \\ \Delta PP_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & 0 & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix} \quad Ec (14)$$

Tal como se muestra en la ecuación (14), se supone que el terminal y las estaciones base están en el mismo plano de altitud y que no hay términos $\frac{\partial}{\partial u}$ en la matriz de observación. Sin embargo, dependiendo de la geometría relativa (por ejemplo, el BTS puede estar en una colina y el terminal puede estar en un valle), puede haber observabilidad en la dirección vertical para una medición de PP . En este caso, sería apropiado incluir términos derivados parciales con respecto a "arriba" (es decir, términos $\frac{\partial}{\partial u}$) en las dos primeras filas de la matriz de observación. La ecuación (14) muestra que el cálculo del error residual de pseudoalcance ΔPP para una señal terrestre es similar al cálculo del error residual de pseudoalcance ΔPR para una señal SPS, que se muestra en la ecuación (7). Un procedimiento alternativo para calcular la estimación de posición es una solución algebraica sin linearización.

El vector $\underline{x}$ de corrección puede resolverse entonces usando la ecuación (9) o (12) e incluiría dos términos diferentes de cero para Δe y Δn . Entonces puede calcularse la estimación de posición revisada para el terminal (Lat_{rev} y $Long_{rev}$) tal como se muestra en la ecuación (13).

La figura 3C es un diagrama que ilustra otro escenario de operación de ejemplo más en el que pueden usarse el procedimiento y aparato dados a conocer para proporcionar una estimación de posición más precisa. En la figura 3C,

el terminal 110 recibe una señal desde la estación 120x base y una señal desde el satélite 130x SPS. Estas dos señales no son suficientes para derivar una fijación de posición híbrida. Puede derivarse una solución de ID de célula o de ID de célula mejorada basándose en la ubicación de la estación 120x base, como se describió anteriormente para la figura 3A, para proporcionar la estimación de posición inicial (Lat_{init} y $Long_{init}$) para el terminal.

Puede derivarse un pseudoalcance PR_1 basándose en la señal desde el satélite 130x SPS y puede derivarse un pseudoalcance PP_1 basándose en la señal desde la estación 120x base. Las ecuaciones linearizadas para el terminal, con dos mediciones de pseudoalcance para un satélite y una estación base, pueden expresarse entonces como:

$$\begin{bmatrix} \Delta PR_1 \\ \Delta PP_1 \\ \Delta H \\ \Delta CB \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix} \quad \text{Ec (15)}$$

El vector $\underline{x}$ de corrección puede resolverse entonces usando la ecuación (9) o (12) e incluiría dos términos diferentes de cero para Δe y Δn . Entonces puede calcularse la estimación de posición revisada para el terminal (Lat_{rev} y $Long_{rev}$) tal como se muestra en la ecuación (13).

Puede fijarse o limitarse una coordenada (dimensión) particular en la derivación de la estimación de posición revisada. Por ejemplo, si se usan señales de estaciones base para actualizar la estimación de posición inicial, entonces la dirección vertical puede no ser observable. En este caso, la coordenada de altitud en la estimación de posición revisada puede o bien (1) fijarse de modo que sea la misma que aquella en la estimación de posición inicial (es decir, $\Delta H = 0$) o bien (2) establecerse al nivel predeterminado calculando el error residual de altitud ΔD predeterminado. La altitud puede limitarse estableciendo apropiadamente la matriz de observación, de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} - \\ - \\ \Delta H \\ - \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ - & - & - & - \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix} \quad \text{Ec (16)}$$

Como se muestra en la ecuación (16), un elemento del vector de medición y una fila de la matriz de observación están definidos de modo que ΔH , cuando se aplica, convierte la estimación de altitud en el valor predeterminado (cuando Δu puede convertirse en cero o algún otro valor). La limitación de altitud puede aplicarse de manera automática si se usan las mediciones de la estación base para la actualización. Si para la actualización se usan mediciones de la estación base y de satélite o sólo mediciones de satélite, entonces la limitación de altitud puede aplicarse o no (es decir, es opcional). La limitación de altitud proporciona de manera eficaz una de las mediciones para explicar una de las incógnitas en el posicionamiento-altura tridimensional (se considera que la figura 3A abarca este caso). Las figuras 4A a 4D son diagramas que ilustran gráficamente el proceso de combinar la estimación de posición inicial con mediciones de SPS y/u otras. En la figura 4A, la estimación de posición de 2D inicial para el terminal es $X_{init} = [Lat_{init}, Long_{init}]$ y tiene una incertidumbre definida por una elipse de error mostrada por un área 412 sombreada en la figura 4A. La elipse de error también puede representarse mediante una matriz de ruido de medición de covarianza, que puede expresarse como:

$$\underline{V} = \begin{bmatrix} V_e & V_{en} \\ V_{ne} & V_n \end{bmatrix} \quad \text{Ec (17)}$$

donde

V_e es la varianza del error en la estimación de posición inicial en la dirección este;

V_n es la varianza del error en la estimación de posición inicial en la dirección norte; y

V_{en} es la correlación cruzada entre los errores este y norte en la estimación de posición inicial.

Por motivos de simplicidad, se supone que los términos V_{en} y V_{ne} de error de correlación cruzada son cero en la figura 4A. En el ejemplo ilustrado en la figura 4A, en el que la incertidumbre de posición inicial está representada con una matriz de covarianza, la estimación de posición inicial puede traducirse directamente en ecuaciones de observación.

$$\begin{bmatrix} \Delta PR_1 \\ \Delta PP_1 \\ \Delta E \\ \Delta N \\ \Delta H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & \frac{\partial}{\partial u} & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & 0 & 1 \\ \frac{\partial}{\partial e} & \frac{\partial}{\partial n} & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix} \quad \text{Ec (18)}$$

En este caso, las ecuaciones de medición derivadas a partir de los sistemas de posicionamiento terrestre y por satélite se muestran como una medición de SPS y una medición de estación base, como en la ec. (15). Un experto en la técnica podrá extender fácilmente estas ecuaciones a cualquier número de mediciones de SPS y de estación base (por ejemplo como en la ec. (14) y la ec. (7)). En este ejemplo, los valores de ΔE y ΔN se seleccionan para representar las estimaciones de posición inicial con respecto a la posición del terminal estimada respecto a las que se han linearizado las ecuaciones. En el caso en el que la posición inicial es la posición del terminal estimada en un espacio bidimensional estos valores pueden establecerse en 0 y 0, respectivamente.

[NUEVO para #] En este caso, la matriz de covarianza y las matrices de peso pueden establecerse para representar la incertidumbre en la ubicación inicial. Por ejemplo, la matriz de covarianza puede establecerse en:

$$\underline{V} = \begin{bmatrix} V_{PR} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & V_{PP} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & V_e & V_{en} & 0 \\ 0 & 0 & V_{ne} & V_n & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & V_h \end{bmatrix}, \quad \text{Ec (19)}$$

donde

V_{PR} es la varianza del error para la medición de pseudoalcance PR_1 para el primer satélite;

V_{PP} es la varianza del error para la medición de pseudoalcance PP_1 para la primera medición de estación base;

V_e , V_{en} , V_{ne} y V_n se establecen como en la ecuación (17) anterior; y

V_h se establece como en la ecuación (10) anterior. La matriz de peso puede calcularse entonces como la inversa de la matriz de covarianza, y la solución de posición puede calcularse como en la ec. (12). En otra realización, puede calcularse la actualización de posición usando procedimientos de máxima probabilidad. Por ejemplo, pueden usarse las ecuaciones de observación de los sistemas de posicionamiento por satélite y/o los transmisores de estación base terrestre para determinar la probabilidad de varios puntos de espacio de solución

$$\begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta n \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix}$$

Adicionalmente, puede usarse la posición inicial, incluyendo la información de posición este, posición norte para perfeccionar probabilidades en puntos hipotéticos dados que representan las ubicaciones (posiciones) más probables de un terminal en un espacio de solución. Puede usarse una matriz de covarianza, o una función de densidad de probabilidad más general, para determinar las probabilidades en varias ubicaciones en el espacio de solución. El

valor de altura (Δu) puede fijarse o limitarse para determinar la posición de máxima probabilidad. También pueden buscarse probabilidades relativas en el espacio de solución para determinar una estimación de error para la posición seleccionada con mayor probabilidad.

5 Puede obtenerse una línea de posición (LOP) 414 para el terminal basándose en una medición de determinación del alcance tal como una medición de SPS o una medición de estación base (o alguna otra medición). La estimación de posición inicial X_{init} puede combinarse con la línea de posición de SPS, tal como se describió anteriormente, para obtener una estimación de posición revisada (o final) X_{rev} para el terminal. Esta estimación de posición revisada tendría una incertidumbre (o error) que se representa por una banda a lo largo de la línea 414. Esta banda no se muestra
10 en la figura 4A por motivos de simplicidad. El ancho de la banda depende de la incertidumbre de la medición de determinación del alcance subyacente usada para obtener la LOP. La línea con banda está limitada por la incertidumbre inicial, que es el área 412 sombreada para la elipse de error de la estimación de posición inicial.

15 En la figura 4B, se obtiene la estimación de posición inicial para el terminal a partir de una solución de ID de célula, que se basa en el sector del BTS que da servicio para el terminal. La incertidumbre de la estimación de posición inicial puede tener entonces una forma que se aproxima al área 422 de cobertura en forma de sector circular del BTS (al que también se hace referencia como sector de célula). De nuevo, la estimación de posición inicial X_{init} puede combinarse con la línea de posición 424 de SPS para obtener la estimación de posición revisada X_{rev} para el terminal. Esta estimación de posición revisada tendría una incertidumbre que está representada por una banda a lo
20 largo de la línea 424 limitada por la incertidumbre inicial, que es el área 422 sombreada.

En la figura 4C, se obtiene la estimación de posición inicial X_{init} para el terminal basándose en una solución de ID de célula mejorada, que se obtiene basándose en el sector 422 del BTS que da servicio y el retardo de ida y vuelta (RTD) con respecto a este BTS. El RTD puede obtenerse basándose en la medición de fase del piloto para el BTS. La
25 estimación de posición inicial X_{init} tendría entonces una incertidumbre representada por una banda 432. El ancho de esta banda de incertidumbre depende de la incertidumbre (o error) en la medición de RTD. La estimación de posición inicial X_{init} puede combinarse con la línea de posición 434 de SPS para obtener la estimación de posición revisada X_{rev} para el terminal.

30 En la figura 4D, se obtiene un RTD preciso respecto al BTS para el terminal. Entonces esto da como resultado una banda 442 de incertidumbre más estrecha para la estimación de posición inicial X_{init} . Por consiguiente, puede obtenerse una estimación de posición revisada X_{rev} más precisa y una incertidumbre reducida para el terminal basándose en la estimación de posición inicial X_{init} y la línea de posición 444 de SPS. Obsérvese que el RTD preciso puede proporcionar también una buena medición de ΔCB para una estimación de tiempo de referencia precisa.

35 En la figura 4E, se obtiene la estimación de posición inicial X_{init} para el terminal basándose en una solución de ID de célula mejorada. En este ejemplo, la estimación de posición inicial X_{init} se combina con dos líneas de posición 452 y 454 de SPS para obtener la estimación de posición revisada X_{rev} para el terminal. La incertidumbre en la estimación de posición revisada depende entonces de las incertidumbres en las dos líneas de posición 452 y 454 de SPS y la
40 estimación de posición inicial.

Por motivos de claridad, los ejemplos mostrados en las figuras 3A a 3C y las figuras 4B a 4D utilizan la técnica de ID de célula o de ID de célula mejorada para proporcionar la estimación de posición inicial para el terminal. En general, la estimación de posición inicial puede calcularse mediante cualquier técnica disponible de determinación de
45 la posición. Como ejemplo, puede obtenerse la estimación de posición inicial combinando las soluciones de ID de célula o de ID de célula mejorada obtenidas para un número de estaciones base que recibe el terminal. Esto puede proporcionar una estimación de posición inicial más precisa para el terminal puesto que también se usa información respecto a otras estaciones base que recibe el terminal. Como otro ejemplo, puede obtenerse la estimación de posición inicial combinando las áreas de cobertura modeladas para un número de estaciones base que recibe el terminal. La
50 estimación de posición inicial también puede ser una solución basada en red derivada usando A-FLT.

Pueden usarse diversos tipos de mediciones para derivar líneas de posición y en consecuencia la estimación de posición revisada para el terminal basándose en la estimación de posición inicial. En general, las mediciones usadas para actualizar la estimación de posición inicial deberían tener una precisión mayor. Es decir, si estuviera disponible
55 un número suficiente de estas mediciones para obtener una estimación de posición independiente para el terminal, entonces esa estimación de posición independiente sería más precisa que la estimación de posición inicial. Por tanto, si el ID de célula, ID de célula mejorada, o alguna otra técnica equivalente, proporciona la estimación de posición inicial entonces pueden usarse las mediciones para la estación base y/o satélites para la actualización. Esto se debe a que una solución basada en red (A-FLT) derivada sólo de mediciones de estación base, una solución híbrida derivada de
60 mediciones de estación base y de satélite y una solución de SPS derivada sólo de mediciones de satélite son todas ellas habitualmente más precisas que las soluciones de ID de célula y de ID de célula mejorada. Si la estimación de posición inicial es una solución basada en célula, entonces pueden usarse las mediciones de satélite para la actualización. En entornos restrictivos de señales, puede usarse un Sistema de Posicionamiento de Área Local para generar una estimación de posición inicial o puede usarse para actualizar la estimación de posición inicial derivada de otra fuente.

65 El número de mediciones requerido para la actualización depende de la estimación de posición inicial y de un procedimiento de actualización. Las figuras 4A a 4D ilustran cómo puede usarse una única medición de LOP para revisar una estimación de posición inicial 2D. Puede utilizarse asimismo más del número mínimo requerido de mediciones

para actualizar la estimación de posición inicial. Para algunos procedimientos de actualización, también pueden fijarse o limitarse una o más de las coordenadas (dimensiones espacio-tiempo) (por ejemplo, altitud, tiempo de referencia) estableciendo de manera apropiada la matriz de observación como se describió anteriormente. En este caso, se necesitarían menos mediciones para la actualización. Para un procedimiento de actualización basado en LAPS, puede usarse una única medición.

La figura 5 es un diagrama de flujo de un proceso 200a para proporcionar una estimación de posición más precisa para el terminal usando un conjunto de mediciones parcial. El proceso 200a es una realización específica del proceso 200 mostrado en la figura 2 y está representado por la figura 4E. El proceso 200a empieza obteniendo una estimación de posición inicial para el terminal (por ejemplo, basándose en una solución de ID de célula, una solución de ID de célula mejorada, o alguna otra solución) (etapa 212a). Se obtienen también dos mediciones para dos transmisores, pudiendo ser cada uno de los cuales un satélite o una estación base (etapa 214a).

Entonces se actualiza la estimación de posición inicial con el conjunto de mediciones parcial para obtener la estimación de posición revisada para el terminal (etapa 216a). Para realizar la actualización, en primer lugar se deriva un vector $\underline{r}$ de medición basándose en la estimación de posición inicial y las mediciones (etapa 222). Dependiendo del (de los) tipo(s) de mediciones usadas para la actualización (por ejemplo, SPS o celular), el vector de medición puede ser tal como se muestra en el lado izquierdo en la ecuación (7), (14), (15) o (18). Entonces se forma una matriz H de observación para las mediciones (por ejemplo, como se muestra en la ecuación (7), (14), (15) o (18)) (etapa 224). A continuación se determina una matriz de pesos $\underline{W}$, como se describió anteriormente (etapa 226). Entonces se obtiene un vector $\underline{x}$ de corrección como se muestra en la ecuación (12) (etapa 228). Entonces se actualiza la estimación de posición inicial con el vector de corrección para obtener la estimación de posición revisada, como se muestra en la ecuación (13) (etapa 230). Entonces termina el proceso.

Algunas de las técnicas de determinación de la posición descritas anteriormente pueden verse también como una ampliación de la información de dominio de posición (o estado) con información de dominio de medición para un conjunto de mediciones parcial. Específicamente puede usarse la ampliación descrita en el presente documento para una solución basada en ID de célula. De manera convencional, la ampliación de la información de dominio de estado con información de dominio de medición requiere un conjunto de mediciones completo, que limita en gran medida las situaciones en las que puede usarse la ampliación.

La figura 6 es un diagrama de flujo de una realización de un proceso 600 para combinar información de dominio de estado con información de dominio de medición para proporcionar una estimación de posición más precisa para un terminal inalámbrico. Inicialmente, la información de dominio de estado se obtiene para el terminal (etapa 612). Esta información de dominio de estado puede ser una estimación de posición inicial que puede derivarse usando diversas técnicas (por ejemplo, técnica de ID de célula o de ID de célula mejorada). La información de dominio de medición se obtiene también para el terminal (etapa 614). Esta información de dominio de medición comprende un conjunto de mediciones parcial que no es suficiente para derivar una fijación de posición independiente de una calidad de servicio predeterminada, aunque puede combinarse con la información de dominio de estado.

La información de dominio de estado se combina entonces con la información de dominio de medición para obtener una estimación de posición para el terminal con una precisión al menos tan buena como la del dominio de estado (etapa 616).

La figura 7 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad 700 receptora, que puede ser un componente de un terminal inalámbrico. La unidad 700 receptora puede diseñarse con la capacidad de procesar señales de múltiples sistemas de determinación de posición tales como el SPS y el sistema de comunicación inalámbrico. En la realización mostrada en la figura 7, la unidad 700 receptora incluye una antena 710, un receptor 712a terrestre, un receptor 712b SPS, una unidad 716 de procesamiento, una unidad 718 de memoria y un controlador 720.

La antena 710 recibe señales de un número de transmisores (que puede ser cualquier combinación de satélites SPS y/o estaciones base) y proporciona la señal recibida a receptores 712a y 712b terrestre y SPS. El receptor 712a terrestre incluye circuitería de entrada (por ejemplo, circuitería de radio frecuencia (RF) y/u otra circuitería de procesamiento) que procesa las señales transmitidas desde estaciones base para obtener información usada para la determinación de la posición. Por ejemplo, el receptor 712a terrestre puede medir la fase del piloto en la señal de enlace directo recibida de cada estación base para obtener información de sincronismo (por ejemplo, tiempo o llegada). Esta información de sincronismo puede usarse posteriormente para derivar un pseudoalcance con respecto a la estación base.

El receptor 712a terrestre puede implementar un receptor de rastrillo que puede procesar de manera simultánea múltiples instancias de señal (o componentes de multitrayectoria) en la señal recibida. El receptor de rastrillo incluye un número de elementos de demodulación (conocidos normalmente como dedos), pudiendo asignarse cada uno de los cuales a procesamiento y seguimiento de un componente de multitrayectoria particular. Aunque pueden asignarse múltiples dedos para procesar múltiples componentes de multitrayectoria para una estación base dada, normalmente sólo se usa un pseudoalcance obtenido para un componente de multitrayectoria (por ejemplo, el componente de multitrayectoria que llega antes, o el componente de multitrayectoria de mayor intensidad) para la determinación de la posición. Alternativamente, puede establecerse y mantenerse una relación de sincronismo (o determinación del alcance) entre diferentes dedos. De este modo, es posible usar diferentes componentes de multitrayectoria para una estación base dada para la determinación de la posición dependiendo de los efectos de desvanecimiento y multitrayectoria.

ES 2 323 776 T3

La unidad 712b de receptor SPS incluye circuitería de entrada que procesa señales transmitidas desde satélites SPS para obtener información usada para la determinación de la posición. En la técnica se conoce el procesamiento por los receptores 712a y 712b para extraer la información pertinente de las señales terrestres y SPS y no se describe en detalle en el presente documento. En una realización, el procesamiento de señal SPS puede realizarse por la unidad 712a de receptor terrestre. Los receptores 712a y 712b proporcionan a la unidad 716 de procesamiento diversos tipos de información tal como, por ejemplo, información de sincronismo, características de señal, las identidades y ubicaciones de los transmisores cuyas señales se reciben, etc.

La unidad 716 de procesamiento puede obtener una estimación de posición inicial para la unidad 700 receptora siempre que se solicite. La unidad 716 de procesamiento puede determinar asimismo un error residual de pseudoalcance para cada estación base y satélite que va a usarse para actualizar la estimación de posición inicial, como se describió anteriormente. La unidad 716 de procesamiento puede actualizar posteriormente la estimación de posición inicial basándose en los errores residuales de pseudoalcance para obtener una estimación de posición revisada para la unidad receptora.

La unidad 718 de memoria almacena diversos datos usados para determinar la posición. Por ejemplo, la unidad 718 de memoria puede almacenar información para las ubicaciones de los satélites SPS (que pueden derivarse del Almanaque y/o Efemérides transmitido por los satélites o proporcionado por la fuente terrestre (por ejemplo, red inalámbrica)), las ubicaciones de las estaciones base (que pueden proporcionarse a través de señalización) y los errores residuales de pseudoalcance. La unidad 718 de memoria puede almacenar también códigos de programa y datos para la unidad 716 de procesamiento.

El controlador 720 puede dirigir la operación de la unidad 716 de procesamiento. Por ejemplo, el controlador 720 puede seleccionar los tipos particulares de solución que van a calcularse (por ejemplo, soluciones basadas en SPS, basadas en red, híbridas, basadas en células, LAPS, red de seguridad y otras soluciones combinadas), el algoritmo particular que va a usarse (si se dispone de más de uno), etc.

Aunque no se muestra en la figura 7, la unidad 700 receptora puede comunicarse con un servidor 140 de localización (véase la figura 1), que puede ayudar a determinar la estimación de posición del terminal. El servidor de localización puede realizar los cálculos para derivar la estimación de posición, o puede proporcionar determinada información usada para (1) adquirir mediciones de satélite y/o estación base (por ejemplo, ayuda para la adquisición, ayuda para el sincronismo, información relativa a la ubicación de los satélites SPS y/o estaciones base, etc.) y/o (2) determinar la estimación de posición revisada. Para las realizaciones por las que el servidor de localización realiza la determinación de la posición, las mediciones subyacentes de diversos sistemas de posicionamiento y la estimación de posición inicial se comunican al servidor de localización (por ejemplo, a través de enlaces inalámbricos y/o alámbricos). Un ejemplo de un servidor de localización de este tipo se describe en la patente estadounidense con n° de serie 6,208,290, que se incorpora en el presente documento por referencia.

El procedimiento y aparato descritos en el presente documento pueden usarse en conjunción con diversos sistemas y redes de comunicación inalámbricos. Por ejemplo, el procedimiento y aparato dados a conocer pueden usarse para CDMA, acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), y otros sistemas de comunicación inalámbricos. Estos sistemas pueden implementar una o más normas aplicables. Por ejemplo, los sistemas CDMA pueden implementar IS-95, cdma2000, IS-856, W-CDMA, etc. Los sistemas TDMA pueden implementar GSM, GPRS, etc. Estas diversas normas se conocen en la técnica. Los otros sistemas de comunicación inalámbricos incluyen sistemas inalámbricos no celulares tales como, por ejemplo, sistemas IEEE 802.11, sistemas Bluetooth, y redes de área local inalámbricas (WLAN).

El procedimiento y aparato descritos en el presente documento pueden usarse con diversos sistemas de posicionamiento por satélite (SPS), tal como el Sistema de Posicionamiento Global estadounidense (GPS), el sistema Glonass ruso y el sistema Galileo europeo. Además, el procedimiento y aparato dados a conocer pueden usarse con sistemas de determinación de posicionamiento que utilizan pseudosatélites o una combinación de satélites y pseudosatélites. Los pseudosatélites son transmisores terrestres que emiten un código PN u otro código de determinación del alcance (similar a una señal celular de GPS o CDMA) modulada en una señal portadora de banda L (u otra frecuencia), que puede sincronizarse con el tiempo de GPS. Puede asignarse a cada transmisor de este tipo un único código PN para permitir la identificación mediante un receptor remoto. Los pseudosatélites son útiles en situaciones en las que podrían no estar disponibles señales de GPS de un satélite en órbita, tal como en túneles, minas, edificios, zonas urbanas encajonadas u otras áreas cerradas. Otra implementación de pseudosatélites se conoce como radiobalizas. El término “satélite”, según se usa en el presente documento, pretende incluir pseudosatélites, equivalentes de pseudosatélites, y posiblemente otros. El término “señales SPS”, según se usa en el presente documento, pretende incluir señales similares a SPS de pseudosatélites o equivalentes de pseudosatélites. El término “estación base”, según se usa en el presente documento, pretende incluir puntos de acceso celulares, inalámbricos, LAN, WAN, LAPS, Bluetooth, 802.11 y otras fuentes de señales terrestres.

El procedimiento y aparato descritos en el presente documento pueden implementarse a través de diversos medios, tales como en hardware, software, o una combinación de los mismos. Para una implementación de hardware, el procedimiento y aparato pueden implementarse en uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores de señal digital (DSP), dispositivos de procesamiento de señal digital (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), disposiciones de puertas programables en campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores,

ES 2 323 776 T3

microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos.

Para una implementación de software, el procedimiento dado a conocer puede implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que realizan las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de memoria (por ejemplo, la memoria 718 en la figura 7) y ejecutarse por un procesador (por ejemplo, la unidad 716 de procesamiento o el controlador 720). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador, en cuyo caso puede estar acoplado de manera comunicativa con el procesador a través de diversos medios como se conoce en la técnica.

La descripción anterior de las realizaciones dadas a conocer se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica fabricar o usar la presente invención. Diversas modificaciones de estas realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por tanto, la presente invención no pretende estar limitada a las realizaciones mostradas en el presente documento sino que debe concedérsele el ámbito más amplio en coherencia con las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar una estimación de posición para un terminal (110) inalámbrico en un sistema de determinación de posición, estando **caracterizado** el procedimiento por las etapas de:

obtener (212) una estimación de posición inicial para el terminal (110);

obtener (214) un conjunto de mediciones de uno o más sistemas (100) de determinación de posición;

derivar (222) un vector de medición basándose en la estimación de posición inicial y el conjunto de mediciones;

derivar (228) un vector de corrección basándose al menos en el vector de medición; y

actualizar (216) la estimación de posición inicial con el vector de corrección.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el conjunto de mediciones es un conjunto de mediciones parcial.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el conjunto de mediciones es un conjunto de mediciones completo.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la estimación de posición inicial se obtiene basándose en una solución de ID de célula.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la estimación de posición inicial se obtiene basándose en al menos una solución seleccionada del grupo constituido por una solución de ID de célula mejorada, un sistema de posicionamiento de área local y una solución de trilateración avanzada de enlace directo.

6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que derivar (228) un vector de corrección incluye:

formar (224) una matriz de observación para el conjunto de mediciones; y

derivar (228) un vector de corrección basándose en el vector de medición y la matriz de observación.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que derivar (222) el vector de medición incluye

determinar un pseudoalcance respecto a cada transmisor basándose en una medición correspondiente en el conjunto de mediciones,

calcular un pseudoalcance a partir de la estimación de posición inicial respecto a cada transmisor, y

determinar un error residual de pseudoalcance para cada transmisor, y en el que el vector de medición incluye errores residuales de pseudoalcance para transmisores cuyas mediciones están en el conjunto de mediciones.

8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la actualización incluye usar técnicas de máxima probabilidad.

9. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además determinar pesos para la estimación de posición inicial y el conjunto de mediciones, y en el que la actualización se realiza usando los pesos.

10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que una o más dimensiones están limitadas para la estimación de posición revisada.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que una dimensión vertical está limitada para la estimación de posición revisada.

12. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el conjunto de mediciones se obtiene basándose en señales recibidas desde un sistema de posicionamiento por satélite (SPS).

13. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el conjunto de mediciones se obtiene basándose en señales recibidas desde un sistema de comunicación inalámbrico.

14. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el conjunto de mediciones se obtiene basándose en señales recibidas desde al menos uno de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) y un sistema de comunicación inalámbrico.

ES 2 323 776 T3

15. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el conjunto de mediciones incluye al menos una línea de posición (LOP).

16. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que obtener un conjunto de mediciones incluye

obtener un conjunto de mediciones para una pluralidad de transmisores, en el que cada transmisor es o bien un satélite o bien una estación base.

17. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que la matriz de observación incluye la estimación de posición inicial.

18. El procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además determinar pesos para el conjunto de mediciones parcial y en el que la actualización se realiza usando los pesos.

19. El procedimiento según la reivindicación 17, en el que la estimación de posición inicial se usa para crear ecuaciones para la matriz de observación.

20. El procedimiento según la reivindicación 19, en el que la incertidumbre de estimación de posición inicial se usa para crear pesos para la matriz de observación.

21. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que obtener una estimación de posición inicial incluye

obtener (612) información de dominio de estado para la estimación de posición;

en el que obtener un conjunto de mediciones incluye obtener información de dominio de medición para el terminal,

en el que la información de dominio de medición es insuficiente para derivar una estimación de posición independiente para el terminal; y

combinar (616) la información de dominio de estado y la información de dominio de medición para obtener la estimación de posición para el terminal.

22. Una unidad (700) receptora en un sistema de comunicación inalámbrico, que comprende:

un primer receptor (712b) operativo para recibir y procesar una señal recibida para proporcionar datos para un primer sistema de determinación de posición;

un segundo receptor (712a) operativo para recibir y procesar la señal recibida para proporcionar datos para un segundo sistema de determinación de posición; y

una unidad (716) de procesamiento acoplada al primer y segundo receptores y operativa para:

obtener una estimación de posición inicial para la unidad (700) receptora,

obtener un conjunto de mediciones a partir del primer o segundo sistema de determinación de posición, o ambos,

derivar un vector de medición basándose en la estimación de posición inicial y el conjunto de mediciones,

derivar un vector de corrección basándose al menos en el vector de medición, y

actualizar la estimación de posición inicial con el vector de corrección para obtener una estimación de posición revisada para la unidad (700) receptora.

23. La unidad receptora según la reivindicación 22, en la que el primer receptor (712b) es operativo para procesar señales de satélites (130) SPS.

24. La unidad receptora según la reivindicación 22, en la que el segundo receptor (712a) es operativo para procesar señales de estaciones (120) base en un sistema de comunicación inalámbrico.

25. La unidad receptora según la reivindicación 22, en la que el procesador es operativo además para:

formar una matriz de observación para el conjunto de mediciones;

derivar el vector de corrección basándose en el vector de medición y la matriz de observación.

ES 2 323 776 T3

26. Un programa informático que comprende una pluralidad de instrucciones ejecutables por procesador en un medio legible por ordenador que, cuando las instrucciones del programa informático se ejecutan en un procesador, realiza las etapas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

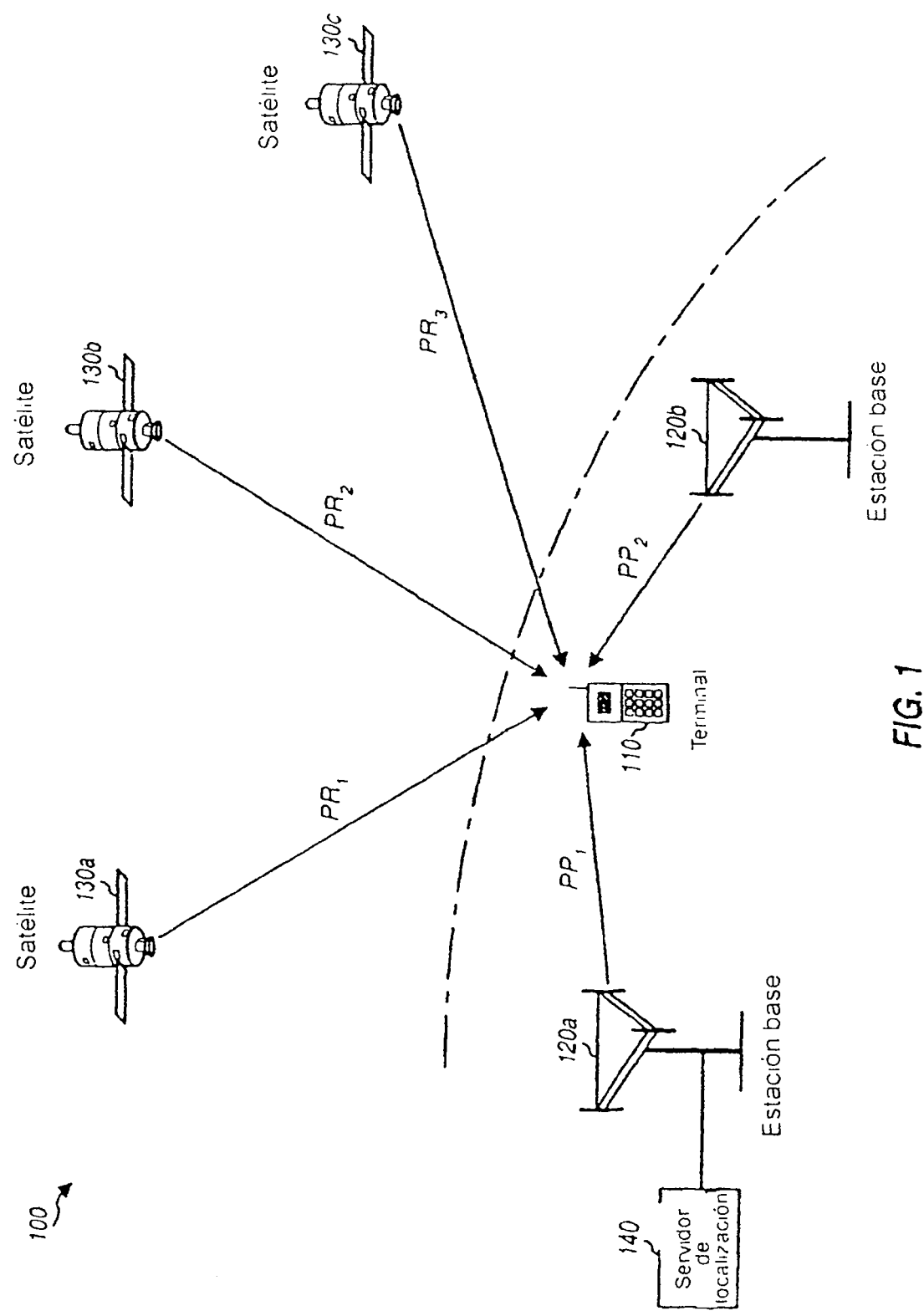


FIG. 1

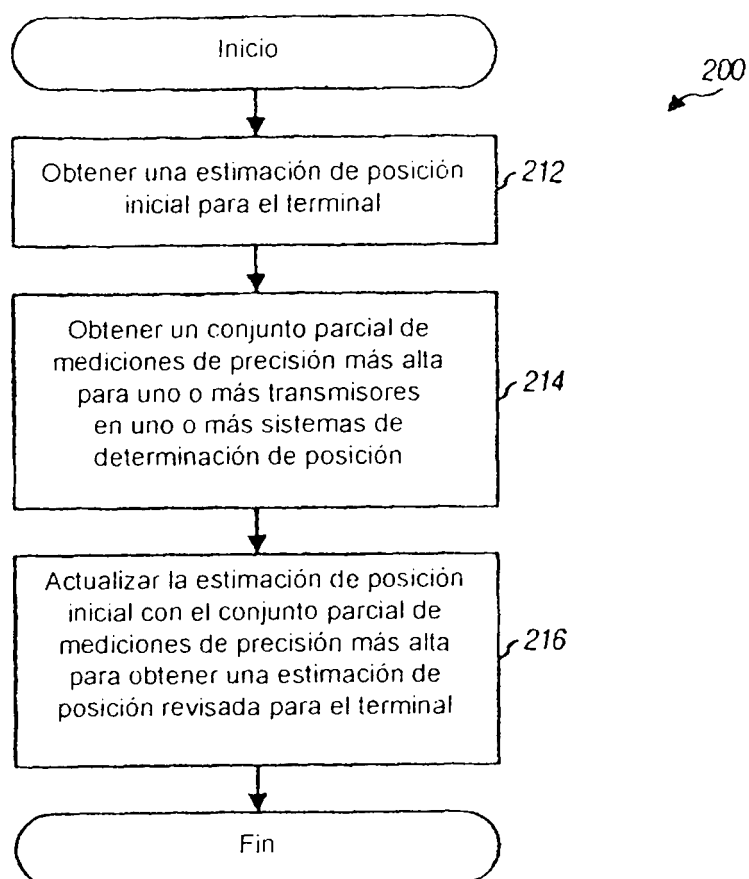


FIG. 2

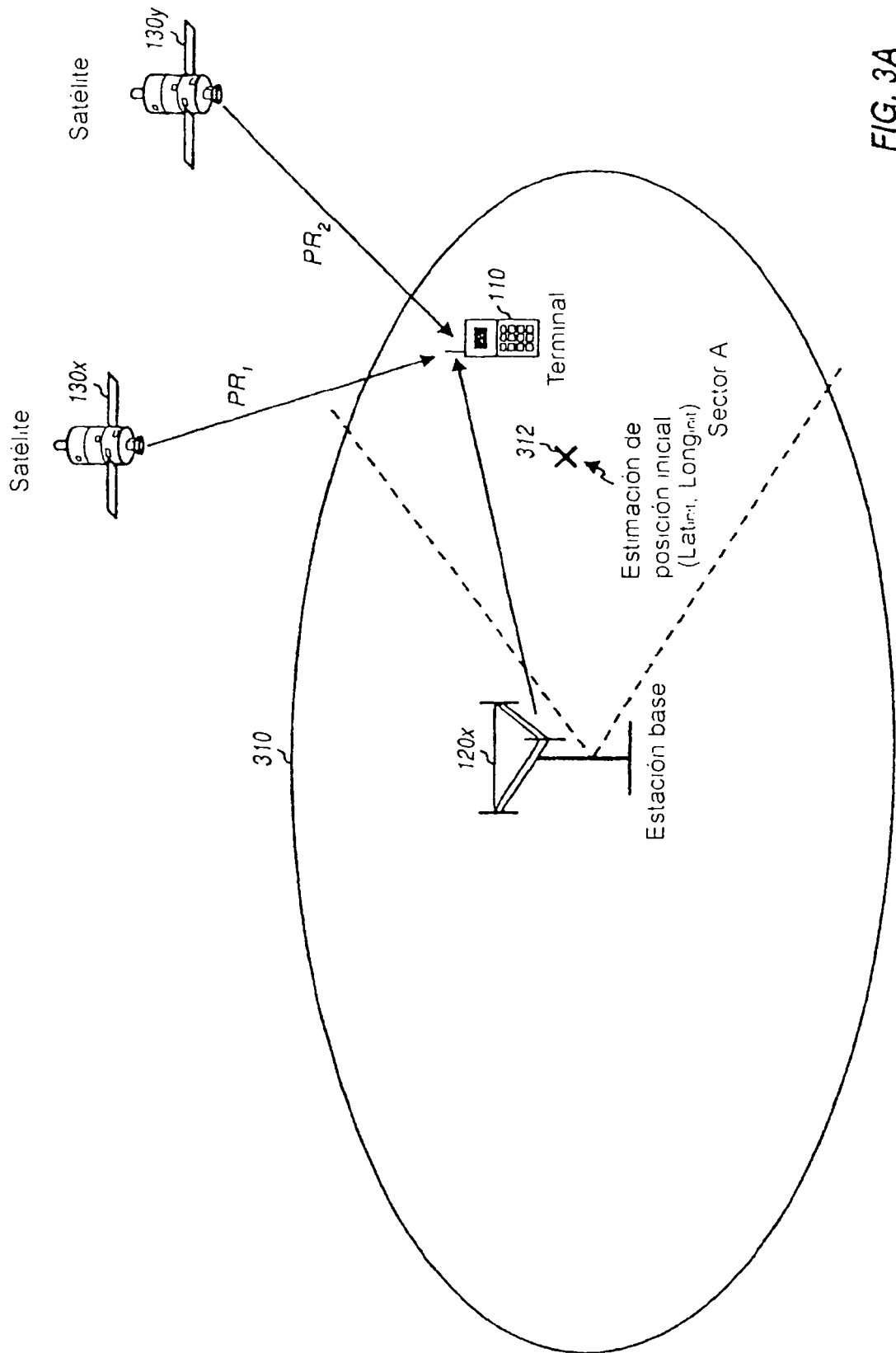


FIG. 3A

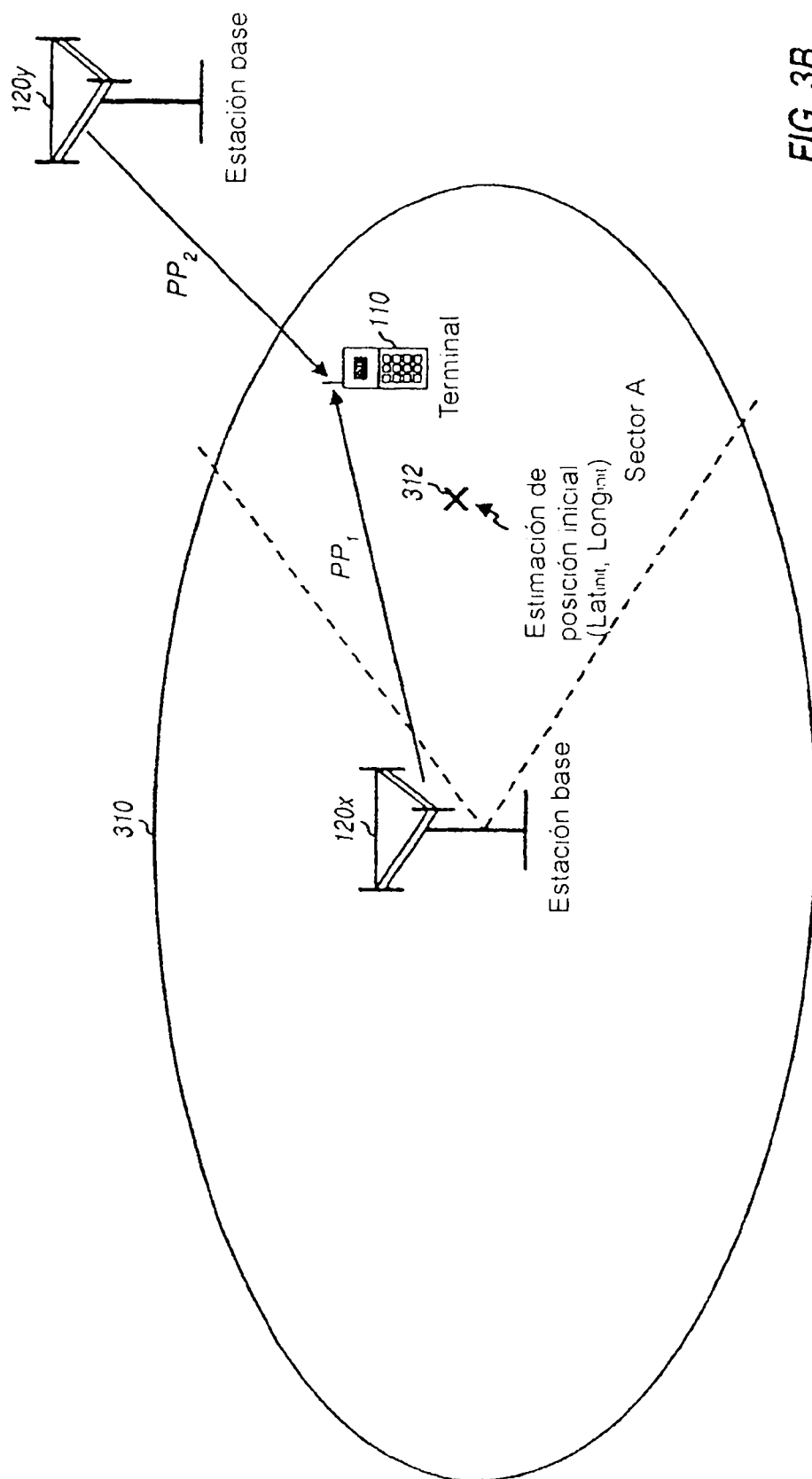


FIG. 3B

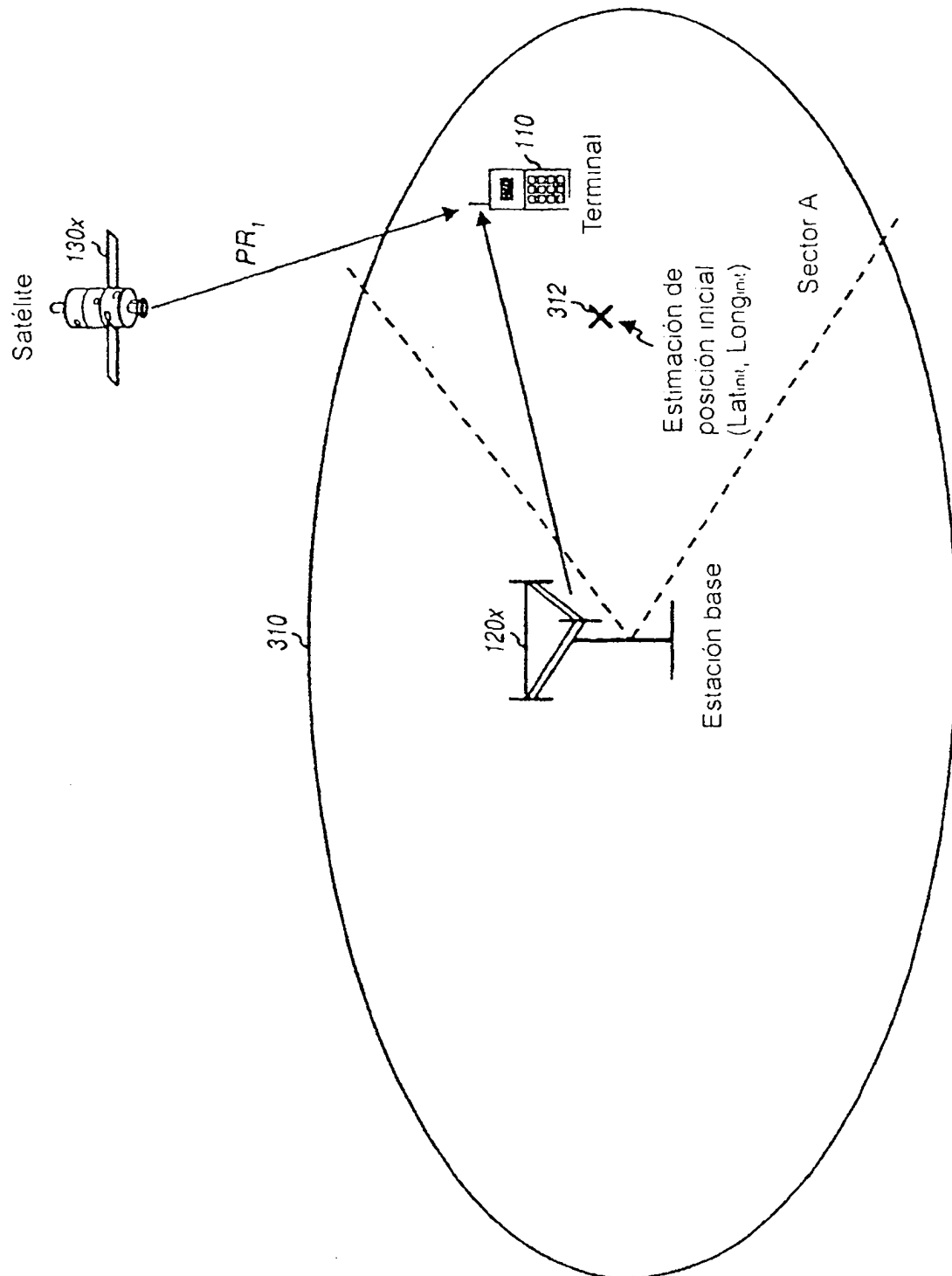


FIG. 3C

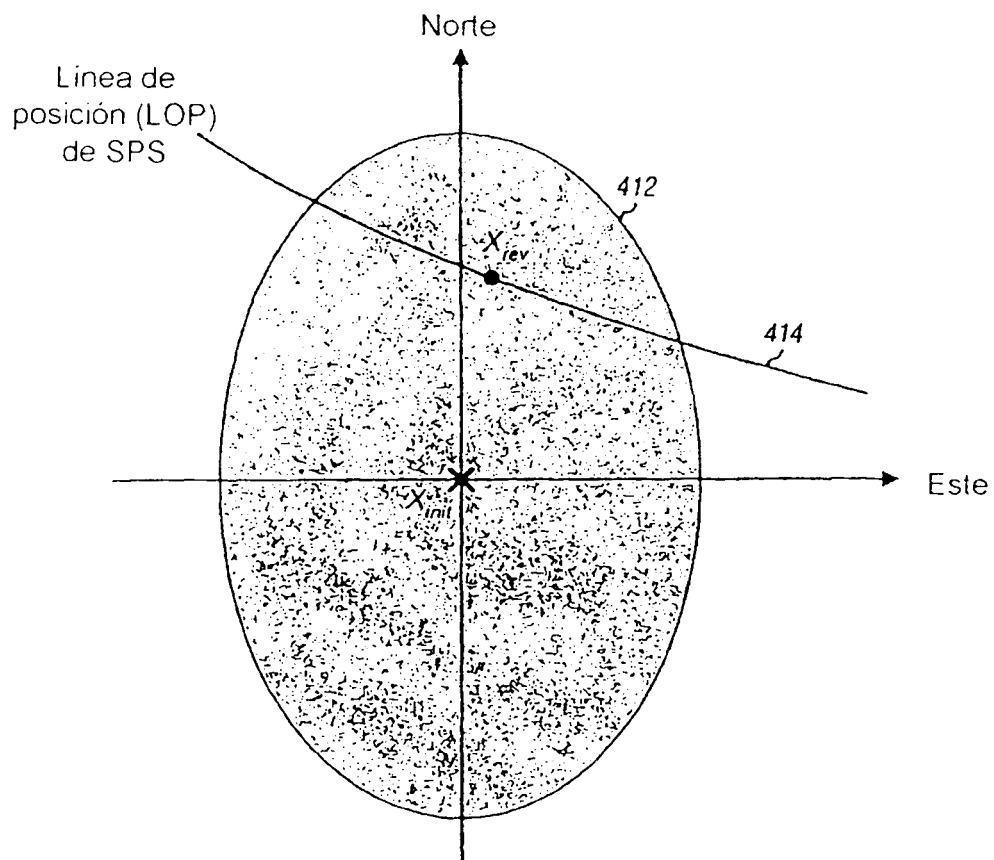


FIG. 4A

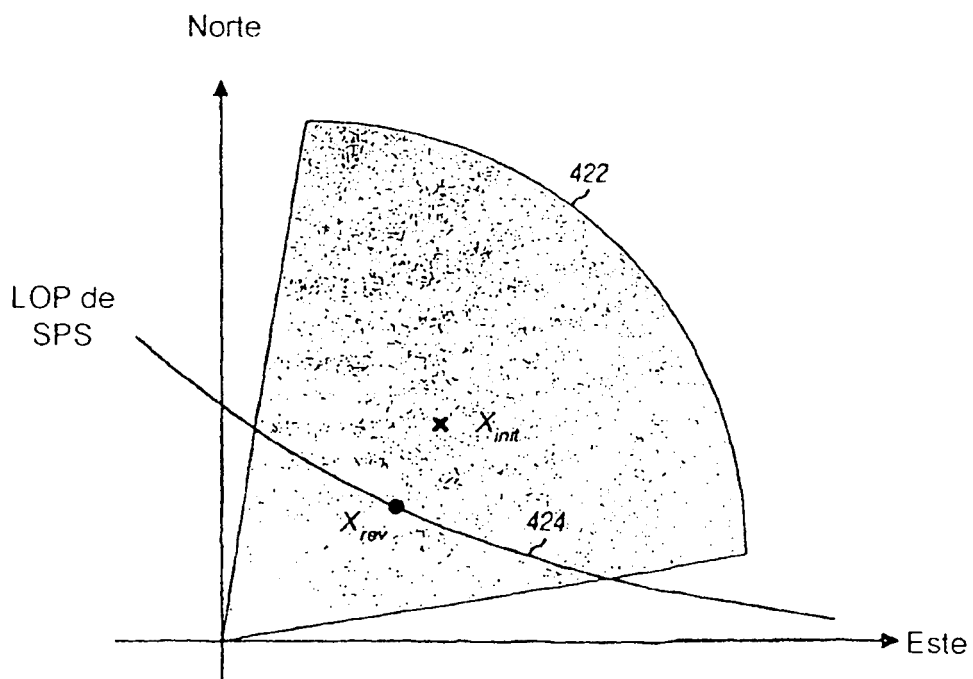
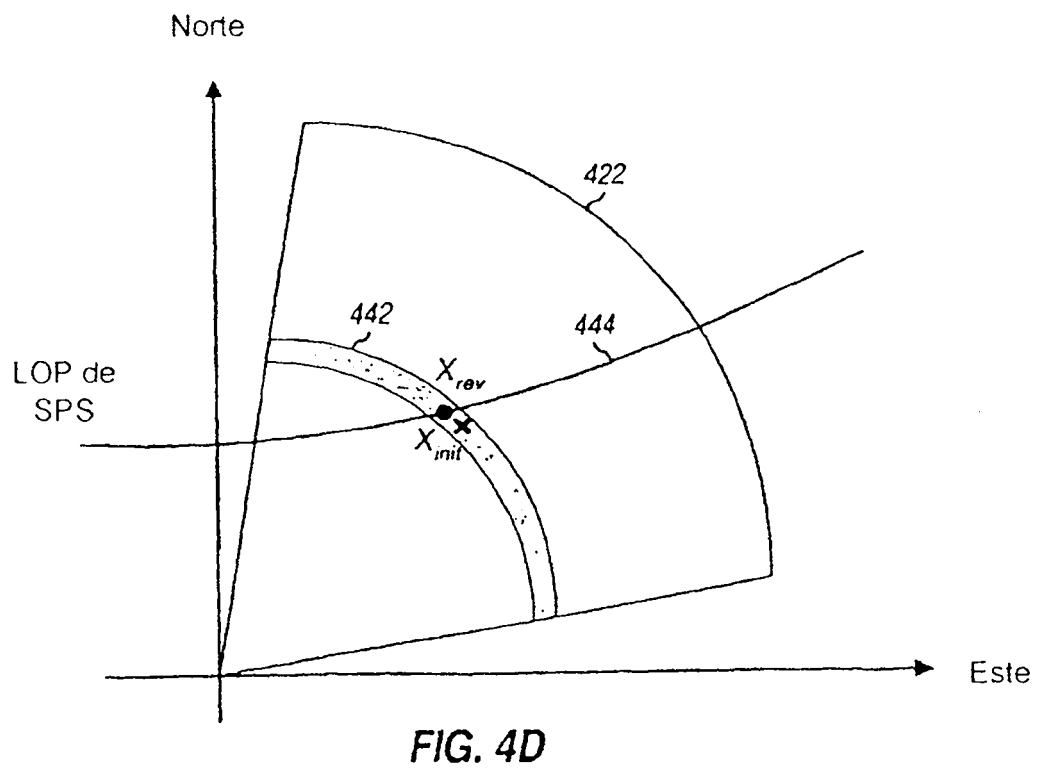
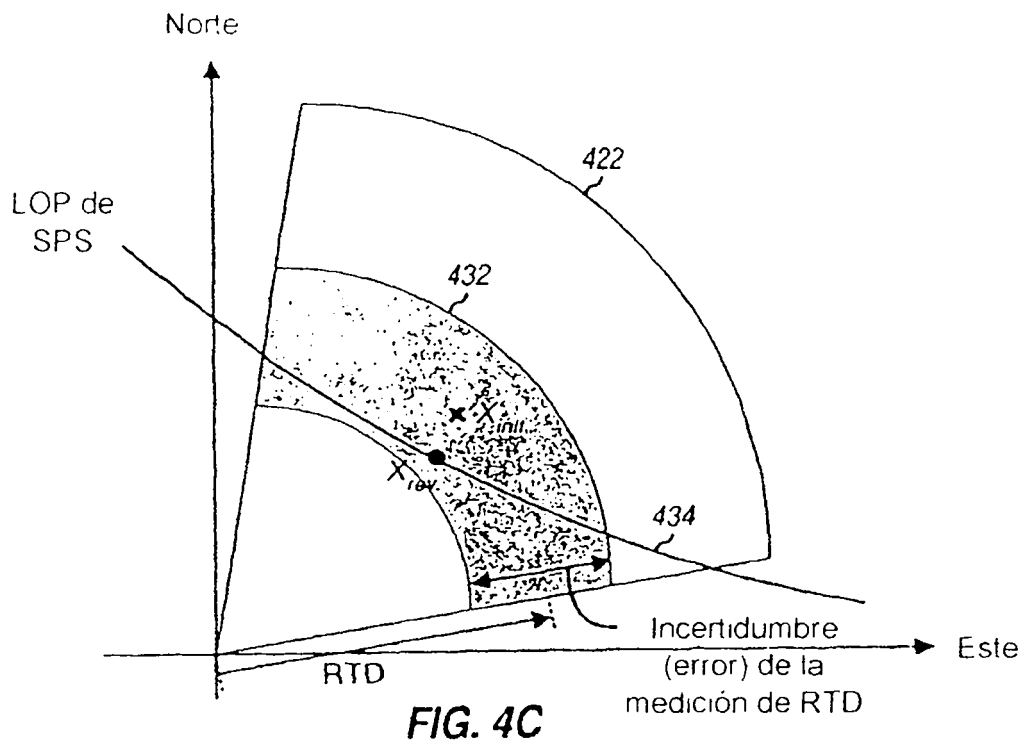


FIG. 4B



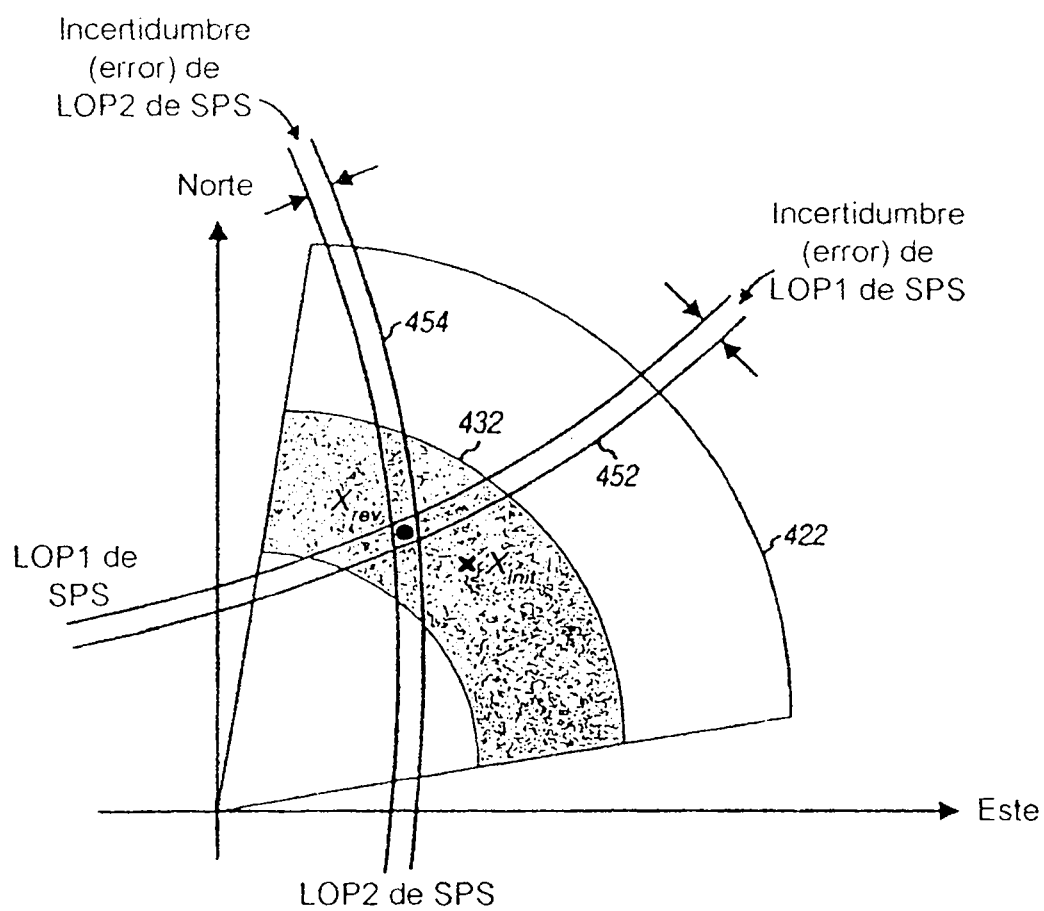


FIG. 4E

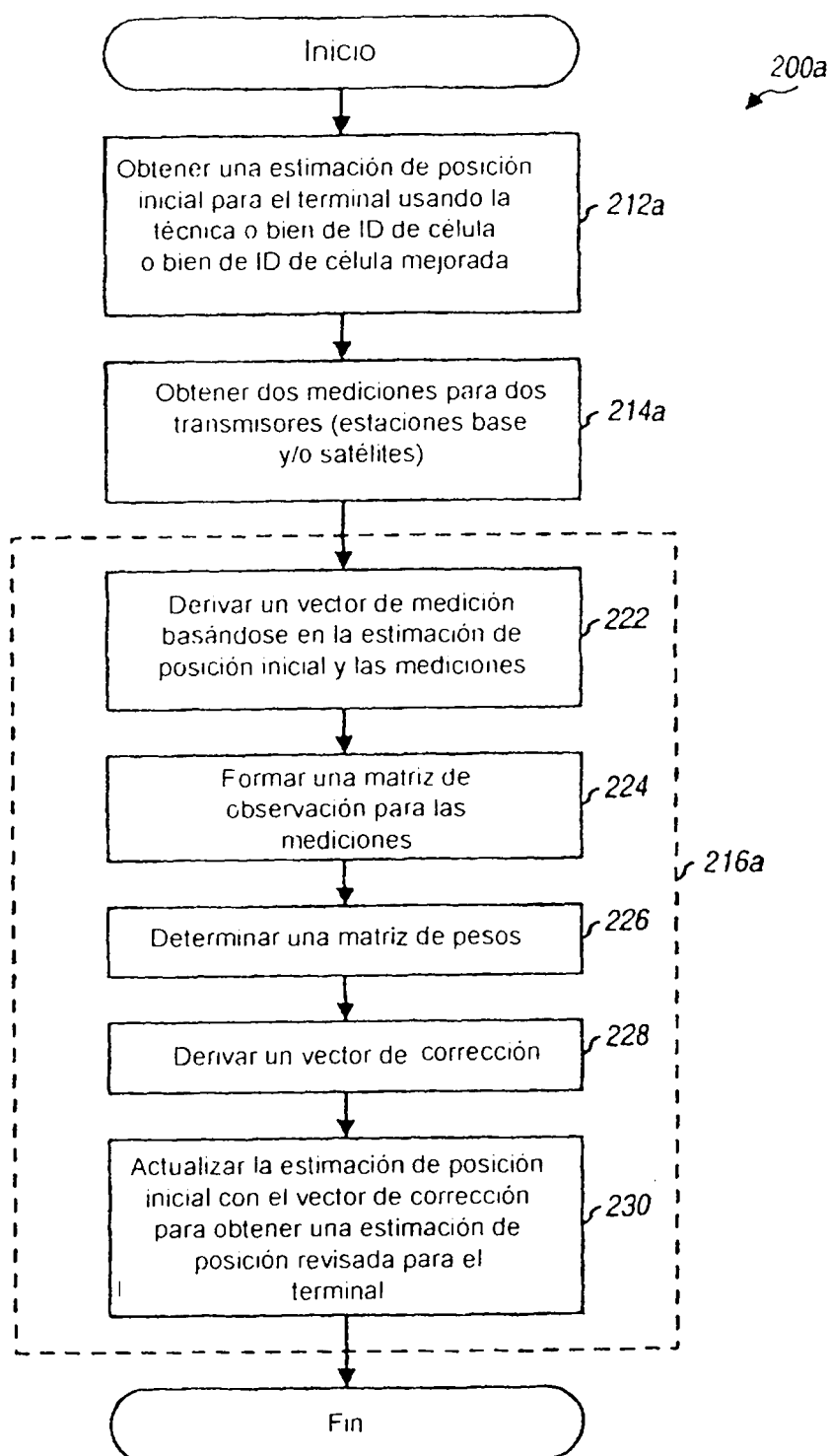


FIG. 5

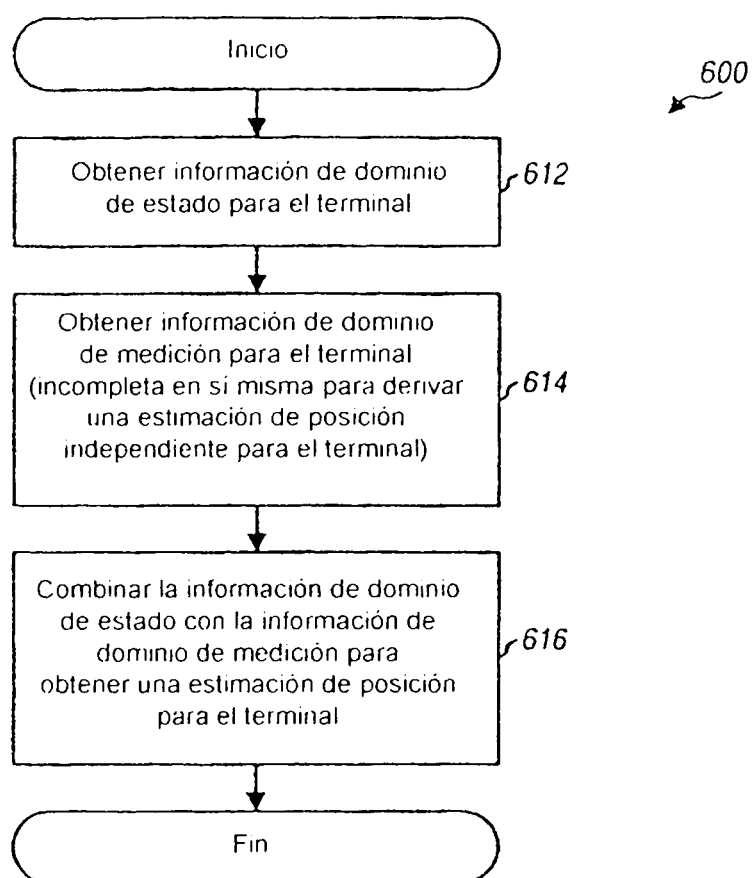


FIG. 6

