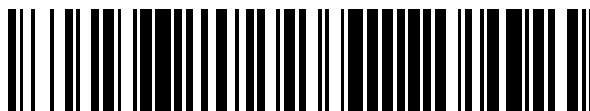


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 407**

51 Int. Cl.:

G01S 5/02

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2002 PCT/US2002/40053**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2003 WO03058985**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2002 E 02792390 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 1459092**

54 Título: **Uso de estaciones móviles para la determinación de parámetros de localización de estaciones base en un sistema de comunicación móvil inalámbrico**

30 Prioridad:

**27.12.2001 US 343748 P
12.03.2002 US 97041**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.01.2018

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121, US**

72 Inventor/es:

**RILEY, WYATT;
GIRERD, RICHARD y
BIACS, ZOLTAN**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 650 407 T3

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

DESCRIPCIÓN

Uso de estaciones móviles para la determinación de parámetros de localización de estaciones base en un sistema de comunicación móvil inalámbrico

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere en general a la comunicación móvil, y más concretamente a la determinación de las posiciones de las estaciones base en una red de comunicación móvil.

Descripción de la técnica relacionada

[0002] Las redes de comunicación móvil están en el proceso de ofrecer capacidades cada vez más sofisticadas para localizar la posición de un terminal móvil de la red. Los requisitos reglamentarios de una jurisdicción pueden requerir que un operador de red informe de la localización de un terminal móvil cuando el terminal móvil realiza una llamada a un servicio de emergencia, como por ejemplo una llamada al 911 en Estados Unidos. En una red celular digital de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), la capacidad de localización de la posición se puede proporcionar mediante la Trilateración Avanzada de Enlace Directo (AFLT), una técnica que calcula la localización de la estación móvil (MS) a partir del tiempo de llegada medido de la estación móvil de las señales de radio de las estaciones base. Una técnica más avanzada es la localización de la posición híbrida, en la que la estación móvil emplea un receptor de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y la posición se calcula basándose en mediciones AFLT y GPS.

[0003] Los protocolos y formatos de los mensajes para la localización de la posición en CDMA empleando receptores AFLT, GPS e híbridos, aplicables tanto a casos basados en MS como a casos asistidos por MS, se han publicado en la norma IS-801-1 2001 de la TIA/EIA, Norma del servicio de determinación de la posición para sistemas de espectro ensanchado de modo dual - Suplemento. La página 4-43 de esta norma especifica que cada estación base transmitirá una corrección temporal de referencia GPS de la antena de estación base que transmite la secuencia pseudoaleatoria (PN) piloto de CDMA.

[0004] Otra técnica de localización de la posición es una en la que las mediciones se realizan mediante una entidad de red, en lugar de mediante la estación móvil. Un ejemplo de estos procedimientos basados en red es la medición de RTD llevada a cabo por las estaciones base servidoras. Las mediciones realizadas mediante la estación móvil pueden combinarse con mediciones basadas en red para mejorar la disponibilidad y precisión de la posición calculada.

[0005] Los datos relativos a la calibración o recalibración de un desplazamiento temporal de las estaciones base, la localización de las antenas de las estaciones base y otros parámetros se almacenan en lo que se denomina un "almanaque de estaciones base". La base de datos del almanaque de estaciones base proporciona información para determinar una estimación de la posición inicial para iniciar la búsqueda de la pseudodistancia GPS. La base de datos del almanaque de estaciones base proporciona información para resolver la ambigüedad sobre qué secuencias de ruido pseudoaleatorias (PN) observadas equivalen a los sectores físicos de una red CDMA IS-95 con capacidad GPS. La base de datos del almanaque de estaciones base proporciona la posición de las antenas de los sectores de las estaciones base celulares desde las que se emiten las señales. Las mediciones de distancia AFLT se realizan con respecto a estas posiciones de antena.

[0006] El documento WO 01/84862 A (Ericson Telefon AB LM) del 8 noviembre de 2001; titulado "Calibration of Positioning Systems" ("Calibración de sistemas de posicionamiento"). El documento divulga que los procedimientos de posicionamiento de estaciones móviles se calibran utilizando una estimación del sesgo del error para refinar la determinación de la localización de las estaciones móviles que no requiere hardware adicional al sistema de telecomunicaciones. La posición de la estación móvil se calcula suponiendo que no hay errores de sesgo, y se obtiene una aproximación de primer orden de la posición de la estación móvil como una función del error de sesgo. El error de sesgo entonces se estima y se utiliza para refinar la posición de la estación móvil calculada previamente.

[0007] El documento de EE.UU. 6.166.685 A (Soliman Samir S) del 26 de diciembre de 2000; titulado "Wireless user position update using infrastructure measurements" ("Actualización de la posición de un usuario inalámbrico utilizando mediciones de la infraestructura"). El documento describe un procedimiento y aparato para seguir la posición de una unidad móvil en un sistema de radiocomunicación móvil que utiliza información procedente de satélites en órbita terrestre e información recibida de la infraestructura del sistema, en el que la infraestructura consiste en equipos asociados a la transmisión y recepción de tráfico de voz o datos hacia y desde el teléfono móvil.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0008] En un sistema de comunicación inalámbrica, las estaciones base inalámbricas se utilizan habitualmente como referencias para la determinación de la posición de las estaciones móviles. Con el fin de utilizar una estación base

como referencia, la posición de la antena de la estación base debe conocerse con precisión, así como la información de temporización de las señales de la estación base. La posición de la antena de la estación base y la información de temporización se registran en una base de datos del almanaque de estaciones base para su uso mediante una entidad de determinación de la posición. Obtener esta localización de la antena y la información de temporización puede ser tedioso y costoso.

[0009] A menudo, una antena de la estación base se reubica, o un transceptor de la estación base se repara o sustituye, provocando un cambio en la posición de la antena de la estación base o en la información de temporización. A menudo, una estación base puede moverse a nivel lógico, cuando, por ejemplo, dos estaciones base físicas intercambian su información de identificación. Aunque ninguna de las dos estaciones base se mueve físicamente, parece (para un usuario de la BS) que han intercambiado sus localizaciones.

[0010] En dichas situaciones, es posible que la información correspondiente en la base de datos sea errónea, salvo que la base de datos se actualice antes de reanudar el servicio de la estación base. A menudo, la localización de la antena se determina mediante una inspección o haciendo referencia a coordenadas leídas de un mapa, y las coordenadas de la antena se introducen manualmente en la base de datos, con la posibilidad de errores humanos. La información de temporización de la estación base también está sujeta a errores humanos en los casos en que se utiliza hardware personalizado para medir la información de temporización, y los desplazamientos de la temporización se introducen manualmente en la base de datos.

[0011] Para hacer frente a estos problemas, la presente invención (como se define mediante las reivindicaciones) utiliza las estaciones móviles en comunicación con una estación base para la determinación de los parámetros de localización de esa estación base. Por ejemplo, se determinan las posiciones de las estaciones móviles y, a continuación, se determina la posición de la estación base a partir de las posiciones de las estaciones móviles y de las señales transmitidas entre la estación base y las estaciones móviles. A pesar de parámetros de localización de las estaciones base erróneos para al menos una de las estaciones base, a menudo es posible determinar con precisión las posiciones de las estaciones móviles a partir de los parámetros de localización de las estaciones base de otras estaciones base, o a partir de señales de satélite global recibidas por las estaciones móviles si las estaciones móviles están equipadas con receptores de satélite global.

[0012] Además, la información de localización de la estación base en la base de datos se puede comprobar durante sesiones de localización de la posición normales siempre que la posición de una estación móvil se determine independientemente de la localización de una estación base en comunicación con la estación base. Esto se realiza determinando la distancia entre la estación base y la estación móvil a partir de las señales transmitidas entre la estación base y la estación móvil. Cuando esta distancia es inconsistente con la información de localización de la estación base en la base de datos, la base de datos puede modificarse para incluir información de localización de la estación base corregida. De esta manera, es posible detectar información de la estación base errónea y no continuar con su uso para servicios de localización de la posición antes de que se conozca la localización correcta de la estación base.

[0013] La información de localización de la estación base errónea se puede corregir automáticamente una vez que se determina un número suficiente de distancias independientes entre la estación base y estaciones móviles que tienen posiciones conocidas. Con un número suficiente de mediciones de distancia independientes, es posible determinar la localización de la estación base con un grado de certeza comparable con la posición de una única estación móvil. De esta manera, es posible mantener y mejorar automáticamente la información de localización de las estaciones base en la base de datos. Esto puede hacerse al mismo tiempo que se proporcionan servicios de localización de la posición regulares, sin ningún cambio en los protocolos de comunicación entre las estaciones base y las estaciones móviles.

[0014] En una implementación preferente, la posición y el desplazamiento de la temporización de una estación móvil se determina independientemente de la posición y el desplazamiento de la temporización de una estación base. Si la posición y el desplazamiento de la temporización de la estación móvil se determinan a partir de satélites de posicionamiento global o a partir de varias señales de calidad procedentes de estaciones base que tienen posiciones y desplazamientos de la temporización conocidos, entonces es posible que la posición y el desplazamiento de la temporización de la estación móvil sean bastante precisos, a menudo de un nivel de precisión de metros y nanosegundos. Esta posición y desplazamiento de la temporización ahora conocidos para la estación móvil, junto con una medición de la transmisión de las señales entre la estación móvil y la estación base, da una limitación sobre la posible localización de la estación base. Después de la recopilación de múltiples mediciones sobre la estación base desde una o más estaciones móviles desde varias localizaciones conocidas diferentes, estas mediciones se utilizan como entrada a un procedimiento convencional de cálculo de la posición y el desplazamiento temporal, tal como mínimos cuadrados, o un filtro de Kalman, como habitualmente se entiende en la técnica de navegación (por ejemplo, GPS y AFLT). Este procedimiento de cálculo se utiliza para determinar la posición y el desplazamiento temporal de una estación base a partir de posiciones conocidas y desplazamientos temporales conocidos de múltiples estaciones móviles, en contraste con el uso convencional del procedimiento de cálculo para calcular la posición y el desplazamiento temporal de una estación móvil a partir de las posiciones conocidas y los desplazamientos de temporales conocidos de múltiples estaciones base.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0015] Otros objetivos y ventajas de la invención resultarán evidentes al leer la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 muestra una red de telefonía celular que utiliza el sistema GPS para localizar unidades de teléfonos móviles y calibrar estaciones base;

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de una estación base en la red de telefonía celular de la FIG. 1;

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de componentes estacionarios de la red de telefonía celular de la FIG. 1, que incluye una entidad de determinación de la posición que accede a una base de datos del almanaque de estaciones base;

La FIG. 4 es un mapa de cobertura de celdas que incluye varios sectores de celdas;

Las FIG. 5 y 6 comprenden un diagrama de flujo que muestra cómo una entidad de determinación de la posición determina la posición de una estación móvil;

Las FIG. 7, 8 y 9 comprenden un diagrama de flujo que muestra cómo se determina la posición y el desplazamiento temporal de una estación base a partir de varias posiciones de estación móvil, desplazamientos temporales de estación móvil y pseudodistancias entre la estación base y las posiciones de estación móvil; y

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de una rutina para estimar la elevación de una antena de estación base.

[0016] Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, realizaciones específicas de la misma se han mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle. Sin embargo, debe entenderse que no se pretende limitar la forma de la invención a las formas particulares mostradas, sino que, por el contrario, se pretenden incluir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0017] La FIG. 1 muestra una red de telefonía celular CDMA que utiliza el sistema GPS para localizar unidades de teléfonos móviles y calibrar estaciones base. La invención se describirá con referencia a este ejemplo, pero debe apreciarse que la invención no está limitada al uso de CDMA o GPS. Por ejemplo, la invención podría llevarse a la práctica en una red de telefonía celular de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).

[0018] En general, para llevar a la práctica la presente invención con cualquier tipo de red de comunicación inalámbrica, tal como una red de telefonía celular TDMA, es aconsejable consultar las normas aplicables de la industria en lo que respecta a las especificaciones relativas a los servicios de localización compatibles. Por ejemplo, la norma de la TIA/EIA IS-801-1 2001, Norma del servicio de determinación de la posición para Sistemas de espectro ensanchado de modo dual, está especialmente adaptada para una red CDMA que utiliza AFLT y GPS. La norma de la TIA/EIA ANSI-136 (System Assisted Mobile Positioning through Satellites, Posicionamiento móvil asistido por sistema a través de satélites) está adaptada para los sistemas PCS digital TDMA en Estados Unidos. Las normas del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 3GPP TS 04.31 y TS 25.331 Location Services (LCS) (Servicios de localización) (UE position using OTDOA, Posicionamiento del UE utilizando OTDOA) se adaptan a determinadas redes de telefonía inalámbricas GSM europeas.

[0019] La FIG. 1 muestra cinco estaciones base CDMA 11, 12, 13, 14, 15 dispuestas en posiciones fijas en una disposición hexagonal sobre la superficie de la tierra 16. A unas 11.000 millas náuticas sobre de la Tierra, hay al menos cinco satélites GPS 17, 18, 19, 20, 21 en comunicación visual directa con las estaciones base 11 a 15. Dentro de la distancia de telecomunicaciones de las estaciones base, hay varias unidades de teléfonos móviles CDMA 22, 23, que se denominan estaciones móviles (MS) en los documentos de las normas de la TIA citados anteriormente. Estas estaciones móviles (MS) incluyen estaciones móviles solo AFLT, tales como la estación móvil AFLT 22, y estaciones móviles híbridas, tales como la estación móvil híbrida 23.

[0020] La red CDMA es capaz de localizar la posición de la estación móvil AFLT 22 y la estación móvil híbrida 23 utilizando la técnica AFLT bien conocida en la que la estación móvil mide el tiempo de llegada de las denominadas señales piloto de radio procedentes de las estaciones base. El tiempo de llegada se indica mediante una medición de la fase del piloto relativa a la base temporal de la estación móvil. Las diferencias de las mediciones de la fase del piloto desde pares respectivos de estaciones de base vecinas se calculan con el fin de eliminar el efecto de cualquier desplazamiento de temporal en la base temporal de la estación móvil. En la mayoría de los casos, cada diferencia localiza a la estación móvil en una hipérbola particular. La intersección de las hipérbolas proporciona la localización de la estación móvil.

[0021] La red CDMA también es capaz de localizar la posición de la estación móvil híbrida 23 utilizando la técnica GPS bien conocida. Cada estación base CDMA 11 a 15 tiene un receptor GPS que recibe la portadora y la secuencia de códigos pseudoaleatorios de al menos uno de los satélites GPS 17 a 21 para proporcionar una base temporal del sistema CDMA referida a la base temporal del sistema GPS. Cuando una estación móvil híbrida participa en una sesión de localización de la posición con la red CDMA, la estación base servidora puede enviar datos obtenidos mediante GPS a la estación móvil híbrida. La estación móvil híbrida 23 puede utilizar los datos obtenidos mediante GPS para obtener, en aproximadamente diez segundos o menos, una medición de la pseudodistancia entre cada satélite GPS 17 a 21 y la estación móvil. En el caso de una solución asistida por MS, la estación móvil híbrida 23 transmite las mediciones de la pseudodistancia a la estación base servidora. Como también se ha descrito anteriormente con referencia a la FIG. 3, una entidad de determinación de la posición (PDE) puede calcular la localización geográfica de la estación móvil híbrida 23 a partir de cuatro o más de las mediciones de pseudodistancia. De manera alternativa, en el caso de una solución basada en MS, la localización geográfica de la estación móvil puede calcularse mediante la propia estación móvil.

[0022] La FIG. 2 muestra los bloques funcionales en cada estación base en la red de telefonía celular de la FIG. 1. La estación base 11 incluye un receptor GPS 31 que proporciona una base temporal de la estación base 32 referida a la temporización del sistema GPS. El receptor GPS 31 obtiene señales desde una antena GPS 39. La estación base también incluye un transceptor CDMA 33 para comunicarse con estaciones móviles en la red CDMA. El transceptor CDMA 33 obtiene la temporización del sistema CDMA a partir de la base temporal de la estación base 32. El transceptor CDMA 33 envía y recibe señales inalámbricas a través de una antena CDMA 40.

[0023] La FIG. 3 es un diagrama de bloques de componentes estacionarios de la red de telefonía celular de la FIG. 1. Un centro de conmutación móvil (MSC) 34 interconecta señales de voz y datos de telecomunicación entre la estación base 11 y varias líneas de telefonía 35, tales como hilos de cobre o fibras ópticas. Un centro de posicionamiento móvil (MPC) 36 está conectado al centro de conmutación móvil (MSC) 34. El MPC 36 gestiona las aplicaciones de localización de la posición e interconecta los datos de localización con redes de datos externas a través de una función de interfuncionamiento (IWF) 37 y un enlace de red de datos 38. Una entidad de determinación de la posición (PDE) 41 recopila y formatea los datos de localización de la posición. La PDE 41 proporciona asistencia inalámbrica a las estaciones móviles y puede realizar cálculos de posición. La PDE 41 está conectada al MPC 36 y al MSC 34. La PDE 41 accede a una base de datos del almanaque de estaciones base 44 que se gestiona mediante un servidor 43 de la base de datos del almanaque de estaciones base. La PDE 41 y el servidor 43 de la base de datos del almanaque de estaciones base se implementan, por ejemplo, utilizando ordenadores digitales convencionales o estaciones de trabajo. El almanaque de estaciones base 44 se almacena en el disco duro del ordenador para el servidor 43 de la base de datos del almanaque de estaciones base, como se describe adicionalmente a continuación.

[0024] La base temporal de la estación base (32 en la FIG. 2) se debe calibrar cuando se instala o modifica la estación base. Cada estación base puede tener un desplazamiento temporal respectivo entre la temporización del sistema GPS y la transmisión de las señales CDMA debido a las variaciones en el retardo de propagación o el desplazamiento de fase desde la antena GPS (39 en la FIG. 2) al receptor GPS (31 en la FIG. 2), desde el receptor GPS al transceptor CDMA (33 en la FIG. 2), y desde el transceptor CDMA a la antena CDMA (40 en la FIG. 2). Por lo tanto, para reducir los errores de distancia en las determinaciones de la posición AFLT y los errores de distancia y temporización en las determinaciones de la posición híbridas, cada estación base debe calibrarse después de que la instalación de la estación base haya finalizado, por ejemplo almacenando un desplazamiento temporal para la estación base en la base de datos del almanaque de estaciones base (44 en la FIG. 3) para su uso mediante la PDE (41 en la FIG. 3). Además, es deseable volver a calibrar la estación base y actualizar la base de datos para cualquier cambio de hardware posterior.

[0025] Con el fin de calibrar o recalibrar la estación base, los datos de medición de la posición GPS y AFLT se obtienen de estaciones móviles híbridas durante sesiones de localización de la posición regulares cuando los usuarios de la estación híbrida realizan llamadas telefónicas de manera habitual, o cuando el personal de servicio de campo conduce alrededor de localizaciones seleccionadas y realiza llamadas con el propósito de obtener datos de medición de la posición no obtenidos de otro modo a partir de las sesiones de localización de la posición regulares. De esta manera, la PDE (41 en la FIG. 3) puede calcular los datos de calibración internamente y almacenar los datos de calibración en la base de datos del almanaque de estaciones base (44 en la FIG. 3) en una base continua. Además, para disminuir cualquier problema de privacidad, las sesiones de localización de la posición regulares pueden ocurrir solamente cuando el operador de la estación móvil híbrida inicia o contesta una llamada telefónica inalámbrica. En este caso, el sistema CDMA no determina la posición del operador sin el conocimiento y consentimiento del operador.

[0026] La información de la posición de la antena de la estación base es importante para los resultados de rendimiento relacionados con el uso de mediciones AFLT tanto para la determinación de la localización aproximada inicial como para la determinación de la localización final en modos AFLT puros o bien en modos híbridos. Por ejemplo, la MS proporciona datos de medición de la fase del piloto a la PDE. La PDE utiliza los valores proporcionados u obtenidos de la información de posición de la antena para establecer la localización aproximada

inicial. La presencia de errores grandes en estos datos podría contribuir a un rendimiento sub-óptimo. Durante los cálculos de posición final, la PDE utilizará los datos de medición de la fase del piloto solos (modo AFLT) o bien en combinación con datos GPS (modo híbrido). En cualquier caso, se debe proporcionar la localización y elevación (altura) de la antena para garantizar la mayor precisión. Es deseable que la información de posición de la antena de la estación base (latitud, longitud y altitud) sea de "grado de inspección" en WGS-84 con un error de menos de un metro, aunque con incertidumbres apropiadas conocidas, pueden utilizarse posiciones de antena de menor calidad.

[0027] La FIG. 4 muestra las áreas de cobertura de los sectores de celda respectivos (Sector A, Sector B, Sector C y Sector D) para las antenas de estación base 61, 62, 63 y 64. Un repetidor 65 extiende el área de cobertura de la antena de estación base 64. Tal vez incluso antes del comienzo de un proceso de resolución, justo antes de que el móvil 66 entre en el canal de tráfico, se registra la información de identidad del sector. Algún tiempo después, con el móvil 66 en el estado de comunicaciones, el móvil comienza a realizar una resolución de la localización. El móvil 66 anota el número de PN actual y lo envía junto con la información de identidad del sector registrada a la PDE en un mensaje IS-801.1. Se debe observar que el móvil 66 puede haber realizado un traspaso a un sector diferente del sector en el que se registró la información de identidad del sector; por ejemplo, el móvil ha realizado un traspaso del Sector A al Sector B cuando el móvil alcanza la posición 67 mostrada mediante una representación con línea discontinua. En este caso, el número de PN actual y la información de identidad de sector pueden pertenecer a celdas diferentes. La información de identidad del sector pertenece al sector servidor, mientras que el número de PN pertenece al sector de referencia. Se debe tener en cuenta también que los PN no son únicos y habitualmente se repiten muchas veces en cualquier red celular.

[0028] También se envían en este mensaje IS-801.1 inicial mediciones de la distancia de los sectores vistos por el móvil en ese momento, incluyendo el sector de referencia y posiblemente otros sectores. Éstos se pueden identificar solamente mediante el número de PN, y se conocen como sectores de medición. Se debe tener en cuenta que el sector de referencia, y el sector servidor si todavía se ve, también son sectores de medición. Estas mediciones de distancia se utilizan para generar una posición poco precisa, conocida como una pre-resolución, que utiliza solo mediciones AFLT y habitualmente es menos precisa que la resolución final realizada posteriormente.

[0029] El propósito de la pre-resolución es generar una estimación de la posición inicial más precisa, lo que permite una información de asistencia GPS más precisa de la que sería posible utilizando solo el conocimiento del sector de referencia. Una información de asistencia GPS más precisa mejora la precisión y el rendimiento del GPS, y reduce el tiempo de procesamiento. La pre-resolución es opcional, y si por alguna razón no está disponible, se utiliza una estimación de la posición inicial basada en el sector de referencia.

[0030] Después de que la información de asistencia GPS se envía al móvil, el móvil recopila un segundo conjunto de mediciones AFLT y un conjunto de mediciones GPS, conocido como la resolución final. Dado que los números de PN no son únicos, la PDE debe resolver qué número de PN visto pertenece a qué sector físico. Esto puede ser un proceso complejo, ya que a menudo sectores con el mismo número de PN a menudo están tan cerca como separados 8 kilómetros o están incluso más cerca, creando a menudo ambigüedades de PN. Esta separación se utiliza para determinar el sector de referencia a partir del sector servidor, y los sectores de medición a partir del sector de referencia. Sólo se consideran las celdas dentro de un umbral de distancia. El umbral de distancia se determina escalando el parámetro Max Antenna Range (distancia máxima de antena) de la BSA.

[0031] Si no se encuentran sectores con el PN y la frecuencia objetivo, la búsqueda falla. Del mismo modo, si se encuentra más de un sector con el PN y la frecuencia objetivo y la PDE no puede determinar cuál es el real, la búsqueda falla. Si se encuentra un sector con el PN objetivo, entonces la búsqueda es correcta, y se asume que ese sector pertenece al PN observado. Si una búsqueda falla cuando se intenta determinar el sector de referencia a partir del sector servidor, entonces se asume que el sector servidor es el sector de referencia. Si una búsqueda falla cuando se intenta determinar un sector de medición a partir del sector de referencia, entonces ese PN de medición no se puede utilizar y se ignora. Si la información de identidad de sector no se encuentra en la BSA, entonces se intenta una resolución GPS utilizando la información de estimación de la posición inicial predeterminada almacenada en el archivo de configuración o registro de la PDE.

[0032] También es posible realizar una estimación de la posición inicial basándose en el ID de red/ID del sistema y en los centroides de área de cobertura. El centroide del área de cobertura, por ejemplo, es un promedio de las posiciones de las estaciones móviles que se ha determinado que están dentro del área de cobertura de una antena de sector de la estación base. En este procedimiento, la PDE determina automáticamente una posición y una incertidumbre para el área de cobertura de todas las celdas con cada ID de red e ID del sistema únicos examinando todos los sectores en la BSA. Esta información sirve para varios propósitos. Si no se dispone de una estimación de la posición inicial mejor, se puede utilizar la posición y la incertidumbre del ID de red/ID del sistema. Esto podría ocurrir, por ejemplo, cuando la información de identidad del sector vista por la MS no se encuentra en la BSA. Se debe tener en cuenta que la estimación de la posición inicial tendrá una incertidumbre mucho mayor en este caso, lo que puede reducir la precisión y el rendimiento del GPS, y dará como resultado mayores tiempos de procesamiento de la MS. Si no se dispone de ningún procedimiento mejor para determinar la resolución de la posición final, se informará de la posición y la incertidumbre del centroide del ID de red/ID del sistema.

[0033] En resumen, la información de medición de la posición GPS y AFLT de estaciones móviles híbridas se puede combinar para generar desplazamientos de la pseudodistancia y desplazamientos de la base temporal de la estación base. Además de proporcionar desplazamientos de la base temporal de la estación base para la calibración de la estación base, los desplazamientos de la pseudodistancia en diversas localizaciones físicas en el área de cobertura inalámbrica, tales como para varios sectores de celda, se pueden compilar y utilizar para corregir las resoluciones de la posición de estaciones móviles que se ha determinado que están en las proximidades de los sectores de celda. Por ejemplo, la corrección de la distancia se cuantifica como un valor de calibración del enlace directo (FLC). En particular, la FLC se define como la diferencia temporal entre la marca de medición en los datos que se están transmitiendo mediante la estación móvil y el tiempo de transmisión real.

[0034] Los componentes que contribuyen a la FLC son retardos de los cables de la antena de recepción GPS de la estación base, la salida estroboscópica de temporización del receptor GPS a la entrada estroboscópica de temporización del hardware de transmisión de la estación base, y la antena de transmisión de la estación base. El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base ajusta automáticamente los campos de la FLC en la base de datos del almanaque de estaciones base basándose en los datos de medición de la posición GPS y AFLT de las estaciones móviles híbridas. Mediante el uso de valores de la FLC más precisos para los sectores, las mediciones de distancia se pueden mejorar de aproximadamente 0 al 30 por ciento.

[0035] Como las pseudodistancias GPS son mucho más precisas, si se ve un número suficiente de satélites GPS, la resolución indicada final estaría basada casi exclusivamente en GPS. Afortunadamente, en estos casos, las estimaciones de la distancia a las antenas de sector se siguen midiendo y guardando en los archivos de registro de la PDE. Por lo tanto, está disponible toda la información necesaria para determinar el nuevo valor calibrado de la FLC. Esta información incluye: el antiguo valor de la FLC "predeterminado" o "promedio"; la resolución de la posición, determinada utilizando mediciones GPS, la posición de la antena de sector de la base de datos del almanaque de estaciones base, y la estimación de la distancia medida a cada antena de sector de celda, determinada utilizando mediciones de la fase del piloto con la técnica AFLT. La siguiente ecuación relaciona estas entradas con el nuevo valor de la FLC:

$$\text{Nueva_FLC} = \text{Antigua_FLC} - (\text{distancia_desde_resolución_de_la_posición_a_antena} - \text{estimación_de_distancia_medida})$$

[0036] La ecuación anterior omite las constantes de conversión de unidades. Por ejemplo, si la FLC se mide en las denominadas unidades Chip_x_8 del número pseudoaleatorio, la fórmula para el nuevo valor de la FLC es:

$$\text{FLC}_{\text{NUEVA}} = \text{FLC}_{\text{ANTIGUA}} + \frac{\text{Residual}}{30,52}$$

donde:

$\text{FLC}_{\text{NUEVA}}$ = el nuevo valor de calibración del enlace directo, en unidades Chip_x_8

$\text{FLC}_{\text{ANTIGUA}}$ = el valor de calibración del enlace directo utilizado durante la recopilación de la PDE, en unidades Chip_x_8

Residual = el residual para una medición de pseudodistancia del sector específica, en metros, que es lo que se obtiene de la PDE si no se conoce la realidad sobre el terreno

30,52 = el número de metros por unidad Chip_x_8.

[0037] Una clave para el ajuste de la FLC es que la resolución de la posición debe ser de alta precisión, ya que cualquier error de la resolución de la posición se traduciría en un error en el nuevo valor de la FLC. La resolución de la posición puede evaluarse con alta fiabilidad utilizando una medida de calidad "Error de posición estimado horizontal" (HEPE), que es la propia estimación de la PDE del error de cada resolución de la localización. Por lo tanto, para estos cálculos solo se deben usar resoluciones que cumplan un umbral de calidad, tal como tener un valor HEPE inferior a 50 metros.

[0038] Las mediciones del piloto se calculan para todos los sectores que escucha el teléfono con cada resolución. Dependiendo del entorno, esto es normalmente por lo menos un conjunto modesto de sectores, y muchas veces hasta 20 o más en entornos urbanos densos. Por lo tanto, cada resolución da lugar a muchas estimaciones de distancia, todas las cuales se pueden utilizar en este proceso.

[0039] Debe existir una base de datos del almanaque de estaciones base inicial en este proceso de modo que la PDE pueda obtener la identidad del sector de cada sector visto. Sin embargo, la calidad de los valores de la FLC para estos sectores no es importante. Se pueden utilizar valores "predeterminados" o "promedio" de la FLC. La clave es que las identidades de sector vistas por el teléfono existan en la base de datos del almanaque de estaciones

base. Es deseable que las posiciones de antena sean razonablemente precisas, pero las posiciones de antena no necesitan conocerse con precisión en ningún momento. Si la determinación de una posición de antena mejora con el tiempo, esto se puede tener en cuenta para obtener una posición de antena de mayor fiabilidad, y se puede utilizar para mejorar la precisión de la calibración del enlace directo. Además, el servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base puede determinar si una antena se ha movido y, en este caso, una localización de antena precisa pero antigua puede eliminarse de la base de datos del almanaque de estaciones base y reemplazarse por una localización actualizada.

[0040] Las FIGs. 5 y 6 muestran un ejemplo de cómo se puede programar la PDE para determinar la localización de la posición de una estación móvil. En la primera etapa 81 de la FIG. 5, la PDE realiza una estimación de la posición inicial basándose en mediciones AFLT enviadas inicialmente desde la MS a la PDE. En la etapa 82, la PDE intenta asociar los PN vistos por las estaciones móviles con sectores de celda específicos registrados en la base de datos del almanaque de estaciones base. Si el sector que está sirviendo a la MS no se puede identificar de manera única, entonces AFLT no es posible puesto que la PDE no puede determinar de qué torres de antenas de estación base provienen las mediciones de distancia AFLT. Por lo tanto, la ejecución se ramifica desde la etapa 83 a la 84 si el sector que está sirviendo a la MS no se puede identificar de manera única. En otro caso, la ejecución continúa desde la etapa 83 a la etapa 85.

[0041] En la etapa 84, se generan datos de Asistencia de sensibilidad (SA) y Asistencia de obtención de datos (AA) basándose en los centroides del ID de red o el ID del sistema o la posición predeterminada. Los datos de SA/AA se enviarán a la MS (en la etapa 90 de la FIG. 6) con el fin de ayudar a la MS en la obtención de datos GPS y la medición de pseudodistancias GPS. Debido a que no se ha encontrado la celda servidora, AFLT no es posible, y la precisión y el rendimiento del GPS pueden verse gravemente afectados. La ejecución continúa desde la etapa 84 a la etapa 90 en la FIG. 6.

[0042] En la etapa 85 de la FIG. 5, la PDE intenta determinar el sector de referencia y todos los sectores de medición. Si un PN de medición no se puede asociar de manera única con un único sector, no se utiliza esa medición de distancia. Si la celda de referencia no se puede determinar de manera única, en su lugar se utiliza la celda servidora. A continuación, en la etapa 86, la PDE calcula una "pre-resolución" basada únicamente en AFLT. A continuación, en la etapa 87, la ejecución se ramifica a la etapa 89 si el cálculo de la "pre-resolución" de la etapa 86 no ha sido correcto. En otro caso, la ejecución continúa desde la etapa 87 a la etapa 88.

[0043] En la etapa 88, se generan los datos de SA/AA basándose en la información del sector de celda. La ejecución continúa desde la etapa 88 a la etapa 90 de la FIG. 6.

[0044] En la etapa 89 de la FIG. 5, se generan los datos de SA/AA basándose en la localización y la incertidumbre de la pre-resolución. Cuanto menor sea la incertidumbre de la posición inicial, más precisos serán los datos de AA, más rápido será el procesamiento en la MS, y mejor será la precisión y el rendimiento de la resolución final. La ejecución continúa desde la etapa 89 a la etapa 90 de la FIG. 6.

[0045] En la etapa 90 de la FIG. 6, los datos de SA/AA se envían a la MS. La MS utiliza los datos de SA/AA para la obtención de datos GPS y la medición de pseudodistancias GPS. La MS busca los satélites GPS indicados en los datos de asistencia, y realiza una segunda ronda de búsqueda de pseudodistancias AFLT. En la etapa 91, la PDE recibe de la MS las pseudodistancias GPS y AFLT. En la etapa 92, la PDE intenta identificar de nuevo todos los PN de medición. Si un PN no se puede identificar de manera única con un único sector, entonces esa medición de distancia no se utiliza. En la etapa 93, la PDE genera una resolución final basándose en mediciones de distancia GPS y AFLT.

[0046] En la etapa 94, la PDE puede utilizar varios procedimientos en paralelo para calcular la posición final, y se utiliza la solución que más probabilidades tiene de alcanzar el error de posición mínimo. En primer lugar se intenta una resolución GPS, porque su precisión es muy superior a cualquier otro procedimiento. Si la resolución GPS falla, la PDE selecciona entre otras soluciones diferentes, y se utiliza el resultado con la menor estimación de error asociada. Estas soluciones diferentes incluyen: Solo-AFLT; una posición determinada mediante el conocimiento de la orientación del sector y la distancia aproximada usando una medición de RTD (si está disponible); una resolución de "sector de varias celdas" determinado utilizando el conocimiento de los sectores vistos por el móvil, y la posición y orientación de cada sector; una determinación de la posición del centroide del área de cobertura del sector servidor actual (o si no fue posible determinar el sector servidor actual, el sector servidor original); la posición del centroide de la región de cobertura del ID de red/ID del sistema actual; y finalmente una posición predeterminada almacenada en el archivo de configuración de la PDE.

[0047] El uso de una FLC para cada sector para corregir la posición de una MS en las proximidades del sector puede mejorarse mediante la acumulación y el análisis estadístico de múltiples estimaciones de distancia a varias estaciones móviles en cada sector, preferentemente desde diversas localizaciones dentro del área de cobertura del sector. Mediante la recopilación de un conjunto de muestras, se puede aplicar el procesamiento estadístico al conjunto para determinar el nuevo valor de la FLC más óptimo a utilizar. Se ha comprobado que el promedio de estos datos y el uso de datos recopilados de un conjunto diverso de localizaciones dentro del área de cobertura de

cada sector producen valores de la FLC más precisos.

[0048] Se puede recopilar un conjunto de muestras a partir de sesiones de localización de la posición regulares durante llamadas telefónicas normales hacia o desde estaciones móviles híbridas, y/o a partir de la recopilación de campo en vehículo. Para obtener una calidad adicional de los datos recopilados, la recopilación de campo en vehículo puede realizarse por personal técnico de campo en vehículos equipados con un teléfono móvil híbrido conectado a una antena PCS externa y a una antena GPS activa externa. En áreas donde se usan múltiples frecuencias CDMA, los datos deben recopilarse en cada frecuencia, ya que cada cambio de sector-frecuencia-CDMA se calibra de manera independiente. Por ejemplo, cuando se utiliza una solución de recopilación en vehículo, se deben utilizar varios teléfonos para garantizar una diversidad de frecuencias suficiente.

[0049] La presente invención se refiere más concretamente a la utilización de estaciones móviles para determinar la información de localización de la antena de la estación base. Esto puede hacerse no sólo para proporcionar resoluciones de la posición más precisas de las estaciones móviles sino también para garantizar una cobertura celular adecuada de estaciones base que se han reubicado físicamente o se han visto afectadas debido a información de localización de la antena errónea en el almanaque de estaciones base. En el peor de los casos, un cambio en la localización de la antena puede dar como resultado un problema de identificación del sector de celda en el que las señales observadas por un teléfono móvil (es decir, una estación móvil inalámbrica) no pueden relacionarse apropiadamente con la información en la base de datos del almanaque de estaciones base.

[0050] El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base detecta casos en los que una identidad observada por un teléfono no se encuentra en la base de datos del almanaque de estaciones base, y sigue dichas ocurrencias en el tiempo. El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base identifica nuevos sectores que se añaden a la red, e informa al operador del sistema de dichos cambios. El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base genera una entrada de la base de datos del almanaque de estaciones base que incluye la determinación de la localización de antena, la identidad observada, los parámetros de calibración e incertidumbre calculados automáticamente y los valores predeterminados. El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base también identifica sectores cuya identidad observada por el teléfono o de la que informa la infraestructura celular ha cambiado debido a un cambio o reconfiguración de la red y ya no coincide con la base de datos del almanaque de estaciones base. El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base modifica automáticamente la base de datos del almanaque de estaciones base para reflejar la nueva identidad.

[0051] Para mediciones de distancia terrestre, la posición de la antena ayuda a la PDE a deducir las identidades del sector de referencia y el sector de medición, y es la localización desde donde se originan las mediciones de distancia. Los errores de posición de la antena se traducen en errores de distancia terrestre. La posición de la antena también es esencial para generar una "estimación de la posición inicial", que se utiliza para generar la información de asistencia GPS.

[0052] El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base identifica las posiciones de la antena del sector de la base de datos del almanaque de estaciones base que no son consistentes con la posición medida. Esto puede provenir de celdas móviles (COW y COLT) o de errores tipográficos en la base de datos del almanaque de estaciones base. El servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base indica al operador del sistema dichos problemas y, de estar así configurado, el servidor de la base de datos del almanaque de estaciones base solucionará automáticamente los problemas.

[0053] Con el fin de identificar rápidamente los cambios apreciables en las posiciones de las antenas de los sectores, es deseable medir las posiciones de las antenas de los sectores de forma continua durante el uso rutinario del sistema de comunicaciones inalámbrico. Esto puede hacerse utilizando un procedimiento de posicionamiento de antena de sector inverso. El posicionamiento de antena de sector inverso es una forma de determinar la localización de una antena de sector a partir de datos procedentes de una estación móvil.

[0054] En algunos casos, se sabe que existe un sector de celda basándose en mediciones de teléfonos de la señal de ese sector, pero la localización de la antena del sector no se conoce. Si la posición del teléfono puede determinarse basándose en otras mediciones, la posición del teléfono y la distancia medida a la antena del sector pueden servir como una entrada valiosa para determinar la localización de la antena del sector.

[0055] En muchos casos, una posición del teléfono puede determinarse sin conocer el origen del sector desconocido, por ejemplo, basándose en una buena resolución GPS, o una resolución AFLT o híbrida que no utiliza una medición del sector desconocido. Si esto sucede varias veces, desde diferentes posiciones, cada una de estas resoluciones de localización sirve tanto como punto de origen (la posición del teléfono) y como una distancia hasta la posición de antena de este sector desconocido.

[0056] Estas posiciones y distancias pueden servir como entradas para un procesador de navegación, que puede calcular la posición de la antena del sector de la misma manera que, por ejemplo, las posiciones y las distancias de satélite GPS se utilizan para calcular la posición de un receptor GPS. Se dispone de muchos procedimientos para hacer este procesamiento de navegación, tales como la iteración de mínimos cuadrados medios y el filtrado de

Kalman, y un experto en la materia los comprende perfectamente.

[0057] Como un experto en la materia también puede apreciar, es importante que los puntos de referencia estén suficientemente separados, en comparación con las distancias a la antena del sector, de modo que la geometría sea adecuada para calcular con precisión la posición de la antena del sector. De manera adicional, cada distancia de entrada de las posiciones del teléfono debe tener una estimación de error asociada que combine tanto la incertidumbre en la posición del teléfono de referencia como la incertidumbre estimada en la distancia en la que se basa, por ejemplo, posibles retardos de la señal por la longitud del trayecto. Estas estimaciones del error de medición pueden combinarse en el algoritmo de procesamiento de navegación para estimar el error en la determinación de la posición de antena del sector.

[0058] Además, las mediciones de distancia a la antena del sector pueden incluir un sesgo moderadamente constante debido al sesgo temporal del transmisor del sector. Esta calibración del enlace directo puede obtenerse al mismo tiempo que la posición de la antena del sector. De este modo, la posición de la antena del sector tridimensional, así como el sesgo temporal, se pueden calcular en la misma operación, de manera similar al posicionamiento del receptor GPS.

[0059] Se reconoce que obtener la altura vertical de la antena del sector a veces puede ser difícil, debido a la geometría observable limitada en la dirección vertical. La altura de la antena del sector se puede estimar basándose en una altura media de la antena (por ejemplo, 10 metros) por encima de la altura media de las posiciones de referencia del teléfono y/o la altura del terreno basada en una búsqueda en una base de datos de elevación del terreno. Si bien los errores en la altura vertical de la antena del sector son un tanto difíciles de observar con este procedimiento, es providencial que esos mismos errores contribuyan muy poco al error de resolución de la localización cuando ese sector finalmente se añade a la base de datos del almanaque de estaciones base y se utiliza como una localización de referencia para el posicionamiento del teléfono.

[0060] Una vez que la posición de la antena del sector se ha determinado de manera razonable mediante este procedimiento, se puede añadir un nuevo sector a la base de datos del almanaque de estaciones base y utilizarlo posteriormente para el posicionamiento del teléfono, o una señal no identificada vista por el teléfono se puede unir a una entrada en la base de datos del almanaque de estaciones base con información de identidad incorrecta y esta información de identidad se puede corregir.

[0061] Con referencia a las FIG. 7 a 10, se muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de una implementación del posicionamiento de antena de sector inverso en la red de comunicación inalámbrica de la FIG. 1. Por ejemplo, el diagrama de flujo representa la programación en el servidor 43 de la base de datos del almanaque de estaciones base de la FIG. 3 para el mantenimiento y la mejora de los parámetros de localización de las estaciones base en el almanaque de estaciones base 44, y la programación en la entidad de determinación de la posición 41 en la FIG. 3 para la determinación de la posición de la estación móvil y el cálculo de la posición de la estación base.

[0062] En una primera etapa 101 de la FIG. 7, una estación móvil inicia o recibe una llamada telefónica inalámbrica. Durante el proceso de establecimiento de la comunicación entre la red y la estación móvil, como se ha descrito anteriormente con referencia a la FIG. 4, la red intenta determinar los sectores de celda en comunicación con la estación móvil a partir de indicaciones de estaciones base que han recibido señales de las estaciones móviles. En la etapa 102 de la FIG. 7, si no se puede encontrar una estación base indicada en el almanaque de estaciones base, entonces la ejecución se ramifica a la etapa 103 para crear un nuevo registro de base de datos para la estación base, y para registrar "posición desconocida" para la estación base. Después de la etapa 103, la ejecución continúa en la etapa 104. La ejecución también continúa en la etapa 104 desde la etapa 102 si la estación base se encuentra en el almanaque de estaciones base.

[0063] En la etapa 104, la red determina la posición (valor y estimación de error) de la estación móvil de manera independiente de la posición de la estación base en comunicación con la estación móvil. Por ejemplo, si la estación móvil tiene un receptor de satélite global para recibir señales de posicionamiento global, la posición de la estación móvil puede determinarse de manera independiente de la posición de la estación base, por ejemplo, utilizando el sistema GPS. Si la estación móvil está en la distancia de comunicación de otras estaciones base que tienen posiciones conocidas, entonces la posición de la estación móvil se puede determinar a partir de las señales transmitidas entre la estación móvil y estas otras estaciones base, por ejemplo, usando AFLT.

[0064] En la etapa 105, si la elevación de la antena de la estación base no se conoce, entonces la ejecución se ramifica hasta la etapa 106, para estimar la elevación de la antena de la estación base, como se describe adicionalmente a continuación con referencia a la FIG. 10. Después de la etapa 106, la ejecución continúa en la etapa 107. La ejecución también continúa desde la etapa 105 hasta la etapa 107 si se conoce la elevación de la antena de la estación base.

[0065] En la etapa 107, la red obtiene una medición de la pseudodistancia (valor y estimación de error) entre la estación móvil y la estación base utilizando las señales transmitidas entre la estación móvil y la estación base, por ejemplo de la manera descrita anteriormente con respecto a la calibración del enlace directo. En la etapa 108, si no

se conoce la posición de la estación base, la ejecución continúa en la etapa 111 de la FIG. 8. De lo contrario, la ejecución se ramifica hasta la etapa 121 de la FIG. 9.

[0066] En la etapa 111 de la FIG. 8, si no hay mediciones suficientes para la determinación de la posición de la estación base, entonces la ejecución vuelve a la etapa 101. Por ejemplo, para determinar la latitud y longitud de una estación base para el caso de una elevación de la antena de la estación base conocida, debe haber al menos dos mediciones de pseudodistancia desde posiciones de estaciones móviles separadas para la triangulación. Se necesitan mediciones adicionales si la elevación de la antena de la estación base es desconocida o si las mediciones de pseudodistancia dependen del desplazamiento de la temporización de la estación base. Una vez que se obtiene un número suficiente de mediciones, la ejecución continúa desde la etapa 111 hasta la etapa 112.

[0067] En la etapa 112, la red utiliza las posiciones de la estación móvil (valores y estimaciones de error), los desplazamientos de la temporización de la estación móvil (valores y estimaciones de error), y las pseudodistancias (valores y estimaciones de error) para calcular la posición de la estación base (valor y estimación de error) y el desplazamiento de la temporización de la estación base (valor y estimación de error). Por ejemplo, la incertidumbre de una medición de distancia puede depender de la intensidad de la señal piloto, de la resolución de las secuencias PN, de la elevación del satélite en el caso de una medición de distancia GPS, y de la posibilidad de propagación multirrayecto en el caso de mediciones de distancia terrestres. La incertidumbre de una medición de distancia también depende de la incertidumbre de los parámetros del servicio de localización subyacentes, tales como la incertidumbre en el desplazamiento de la temporización de la calibración del enlace directo en el caso de una determinación de distancia AFLT, la incertidumbre en la calibración del enlace inverso en el caso de una medición de distancia de RTD, y la incertidumbre de la posición de la antena de la estación base y de la elevación del terreno en el caso de mediciones de distancia AFLT o RTD. La incertidumbre, por ejemplo, se cuantifica en términos de una desviación estándar, basándose en estadísticas cuando hay población de muestra, o basándose en una resolución conocida y un error de medición estimado suponiendo una distribución gaussiana.

[0068] El procedimiento de cálculo puede usar un programa de mínimos cuadrados convencional, o un filtro de Kalman, como se entiende habitualmente en la técnica de navegación (por ejemplo, GPS). Este procedimiento de cálculo se utiliza para determinar la posición y el desplazamiento temporal de una estación base a partir de posiciones conocidas y desplazamientos temporales conocidos de múltiples estaciones móviles, en contraste con el uso convencional del procedimiento de cálculo para calcular la posición y el desplazamiento temporal de una estación móvil a partir de las posiciones conocidas y los desplazamientos de temporales conocidos de múltiples estaciones base. En la etapa 113, el almanaque de estaciones base se actualiza para indicar que la posición de la estación base es conocida, y la ejecución vuelve a la etapa 101 de la FIG. 7.

[0069] En una primera etapa 121 de la FIG. 9, la red calcula la distancia entre la estación móvil y la estación base a partir de posiciones conocidas, y compara la distancia con la medición de la pseudodistancia. Si la distancia es inconsistente con la medición de la pseudodistancia, teniendo en cuenta las estimaciones de error de la distancia y la medición de la pseudodistancia, entonces la ejecución se ramifica hasta la etapa 123 para registrar la posibilidad de que la posición de la estación base sea errónea. Si se registra una serie de inconsistencias de ese tipo, entonces en la etapa 124 se alcanza un umbral de error, y la ejecución continúa en la etapa 125 para registrar que la posición de la estación base es desconocida, para registrar el error en un registro y para informar del error al operador del sistema. La ejecución continúa desde la etapa 125 a la etapa 111 de la FIG. 8, para utilizar posiblemente valores de la posición de la estación móvil y mediciones de la pseudodistancia para determinar la posición de la estación base. Si no se ha alcanzado el umbral de error, entonces la ejecución vuelve a pasar de la etapa 124 a la etapa 101 de la FIG. 3.

[0070] En la etapa 122, si la distancia entre la estación móvil y la estación base es compatible con la medición de la pseudodistancia, entonces la ejecución continúa desde la etapa 122 hasta la etapa 126. En la etapa 126, la posición de la estación móvil (valor y estimación de error), el desplazamiento de la temporización de la estación móvil (valor y estimación de error) y la medición de la pseudodistancia (valor y estimación de error) se utilizan para mejorar la posición de la estación base (valor y estimación de error) y el desplazamiento de la temporización de la estación base (valor y estimación de error). Después de la etapa 126, la ejecución vuelve a la etapa 101 de la FIG. 7.

[0071] Una forma de mejorar la posición de la estación base y el desplazamiento de la temporización de la estación base en la etapa 126 de la FIG. 9 es mantener un registro de las mediciones correspondientes a la posición de la estación base y el desplazamiento de la temporización, y recalcular la posición de la estación base basándose en todas las mediciones en el registro. Sin embargo, cuando el número de mediciones se hace grande, el tiempo de cálculo y el almacenamiento pueden llegar a ser excesivos. En este punto, la posición de la estación base y el desplazamiento de la temporización se pueden calcular utilizando solo un cierto número de las mediciones más recientes. Además, es posible utilizar un filtro, tal como un filtro de Kalman, con el fin de mejorar de manera continua el valor de la posición de la estación base y el desplazamiento de la temporización. En un ejemplo sencillo, las mediciones más recientes producen una posición estimada (P_e), y la nueva posición (P_{nueva}) se calcula como la media ponderada de la posición antigua ($P_{antigua}$) y la posición estimada (P_e) como sigue:

$$P_{nueva} = \alpha(P_e) + (1-\alpha)(P_{antigua})$$

donde α es un factor de ponderación menor que uno. El factor de ponderación se elige en función del número respectivo de mediciones (N) y de la media respectiva del error relativo (E) de las mediciones que contribuyen al valor antiguo y al valor estimado, por ejemplo según:

$$\alpha = (N_e/E_e)/(N_e/E_e + N_{\text{antiguo}}/E_{\text{antiguo}})$$

[0072] También se puede utilizar un filtro de una manera similar para calcular un nuevo valor para el desplazamiento de la temporización de la estación base a partir del valor antiguo y una nueva estimación, pero en este caso es ventajoso estimar la tendencia del desplazamiento de la temporización en el tiempo. En otras palabras, el desplazamiento de la temporización de la estación base (T_{desp}) se modela como una función lineal del tiempo (t); $T_{\text{desp}} = \beta t + T_o$. A partir de una serie de mediciones a lo largo del tiempo, los parámetros β y T_o se estiman mediante el procedimiento de mínimos cuadrados. Cuando el número de mediciones en la serie se hace excesivo, sólo un número razonable de las mediciones más recientes se guardan en el registro y se utilizan para producir un valor estimado para β y un valor estimado para T_o . Un nuevo valor para β se calcula a partir del valor estimado de β y el valor antiguo de β , y un nuevo valor para T_o se calcula a partir del valor estimado de T_o y el valor antiguo de T_o .

[0073] La FIG. 10 muestra un diagrama de flujo de una rutina para estimar la elevación de una antena de estación base. En una primera etapa 131, si la posición de la antena de la estación base (latitud y longitud) es desconocida, entonces la ejecución se ramifica hasta la etapa 132. En la etapa 132, la elevación del terreno en la posición de la estación base se estima calculando el promedio de las elevaciones de las estaciones móviles en la distancia de comunicación de la estación base, y la ejecución continúa en la etapa 134. En la etapa 121, si se conoce la posición de la estación base, la ejecución continúa hasta la etapa 133. En la etapa 133, se accede a una base de datos de elevación del terreno para obtener la elevación del terreno en la posición de la estación base (conocida o estimada). En la etapa 134, la elevación de la antena de la estación base se estima como una altura de la antena media (tal como tres metros) por encima de la elevación del terreno (conocida o estimada) en la posición de la estación base, y la ejecución finaliza.

[0074] En vista de lo anterior, se ha descrito una red de telecomunicación inalámbrica. Las posiciones de las antenas de las estaciones base y los desplazamientos de la temporización de las estaciones base se almacenan en una base de datos del almanaque de estaciones base junto con otra información utilizada para obtener las resoluciones de la posición de la estación móvil más fiables bajo diversas condiciones. Se proporciona un sistema automático para crear, actualizar y mantener la base de datos del almanaque de estaciones base. En general, el sistema automático utiliza las resoluciones de la posición de estación móvil para dar contexto a la información de distancia terrestre y otras mediciones realizadas por el teléfono móvil. El sistema también utiliza las resoluciones de la posición para mantener una comprensión del rendimiento celular y proporcionar retroalimentación del rendimiento a los operadores móviles y clientes. El sistema automático detecta información incompleta o imprecisa, y a continuación realiza correcciones automáticas y/o informa al operador del sistema. En particular, el sistema utiliza las resoluciones de la posición de las estaciones móviles e información de distancia terrestre para determinar las posiciones de las antenas de las estaciones base y los desplazamientos de la temporización de las estaciones base. Por lo tanto, es posible obtener datos de localización de las estaciones base automáticamente cuando se desconocen los datos de localización, sin ningún hardware de red adicional ni ningún cambio en los protocolos de comunicación. Las posiciones de las antenas de las estaciones base pueden determinarse de manera continua durante las determinaciones de la posición de la estación móvil normales, con el fin de mantener y mejorar los datos de localización de las antenas y corregir el cambio o la reubicación de las antenas de las estaciones base. De esta manera, es posible recuperarse rápidamente de una pérdida de la identidad del sector de celda durante la reubicación de una antena de estación base, y garantizar la precisión de la determinación de la posición de la estación móvil basándose en la distancia de las estaciones base, y la obtención rápida de datos de posición desde estaciones móviles que tienen receptores de satélite global.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar la posición de una estación base (11 - 15) en una red de comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:
 - (a) determinar (81 - 94) las posiciones de al menos una estación móvil (22 - 23) en comunicación con la estación base (11 - 15), en el que cada una de la al menos una estación móvil tiene un receptor de satélite de posicionamiento global, y las posiciones de la al menos una estación móvil se determinan a partir de las señales recibidas por la al menos una estación móvil desde satélites de posicionamiento global (17 - 21);
 - (b) determinar (101 - 108, 111, 112, 121 - 125) la posición de la estación base a partir de las posiciones determinadas de la estación(es) móvil(es) y de las señales transmitidas entre la estación base y la estación(es) móvil(es); y
 - (c) utilizar la posición determinada de la estación base para mantener información de localización de la estación base en una base de datos del almanaque de estaciones base.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que incluye la medición de los retardos de trayecto de las señales transmitidas entre la estación base y la al menos una estación móvil para determinar las distancias entre la estación base y la al menos una estación móvil, y determinar la posición de la estación base a partir de la posición de la al menos una estación móvil y las distancias entre la estación base y la al menos una estación móvil.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada una de la al menos una estación móvil es un teléfono híbrido que incluye un receptor de satélite del sistema de posicionamiento global, las posiciones de la al menos una estación móvil se determinan a partir de las señales recibidas por la al menos una estación móvil de los satélites del sistema de posicionamiento global, y la posición de la estación base se determina a partir de las posiciones de la al menos una estación móvil usando la Trilateración avanzada de enlace directo, AFLT, (81).
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la al menos una estación móvil comprende una única estación móvil, la única estación móvil está en posiciones diferentes en instantes diferentes y puede proporcionar más de una medición para determinar la localización de la estación base.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, que incluye además el cálculo de un sesgo temporal de al menos una de la al menos una estación móvil, y el uso del sesgo temporal en el cálculo de la posición de la estación base.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, que incluye además el cálculo de un sesgo temporal en un transmisor de la estación base a partir de las posiciones determinadas de la al menos una estación móvil, de los sesgos temporales de la al menos una estación móvil, y de las señales transmitidas entre la estación base y la al menos una estación móvil.
7. El procedimiento según la reivindicación 5, que incluye además el uso (104, 112) de estimaciones de error en las posiciones determinadas de la al menos una estación móvil y en los sesgos temporales de la al menos una estación móvil para la determinación de la posición de la estación base.
8. El procedimiento según la reivindicación 1, que incluye la estimación (106) de la elevación de la antena de la estación base como una altura de la antena media por encima de una elevación media de la al menos una estación móvil.
9. El procedimiento según la reivindicación 1, que incluye la estimación (106) de la elevación de la antena de la estación base como una altura de la antena media por encima de una elevación obtenida mediante una búsqueda en una base de datos de elevación del terreno para la elevación a una posición estimada de la estación base.
10. El procedimiento según la reivindicación 1, que se realiza en respuesta a que la al menos una estación móvil recibe una señal de estación base desde una estación base ausente de un almanaque de estaciones base.
11. El procedimiento según la reivindicación 1, que incluye además la determinación de un desplazamiento temporal para la estación base utilizando posiciones de estación móvil y desplazamientos de estación móvil, y en el que el mantenimiento de la base de datos del almanaque de estaciones base incluye el almacenamiento del desplazamiento temporal para la estación base en la base de datos del almanaque de estaciones base.
12. Una red de comunicación inalámbrica (16) que comprende:

(a) estaciones base (11 - 15) para la comunicación con estaciones móviles (22 - 23); y

(b) al menos una entidad de determinación de la posición (41) para determinar posiciones de las estaciones móviles basándose en las señales transmitidas entre las estaciones base y las estaciones móviles, e información almacenada en un almanaque de estaciones base (44), en el que las estaciones móviles tienen receptores de satélite de posicionamiento global, y la entidad de determinación de la posición determina las posiciones de las estaciones móviles a partir de las señales recibidas por las estaciones móviles desde satélites de posicionamiento global;

en el que la red de comunicación inalámbrica está programada para determinar la posición de una estación base a partir de las posiciones de las estaciones móviles y de las señales transmitidas entre la estación base y las estaciones móviles, y para utilizar la posición determinada de la estación base para mantener la información de localización de la estación base en el almanaque de estaciones base.

13. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 12, en la que la posición de la estación base se determina cuando una estación móvil recibe una señal de la estación base y se detecta que la estación base está ausente del almanaque de estaciones base.

14. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 13, en la que el almanaque de estaciones base se actualiza con la posición determinada de la estación base cuando la posición determinada de la estación base indica que la información de localización de la estación base en el almanaque de estaciones base indica una posición incorrecta para la estación base.

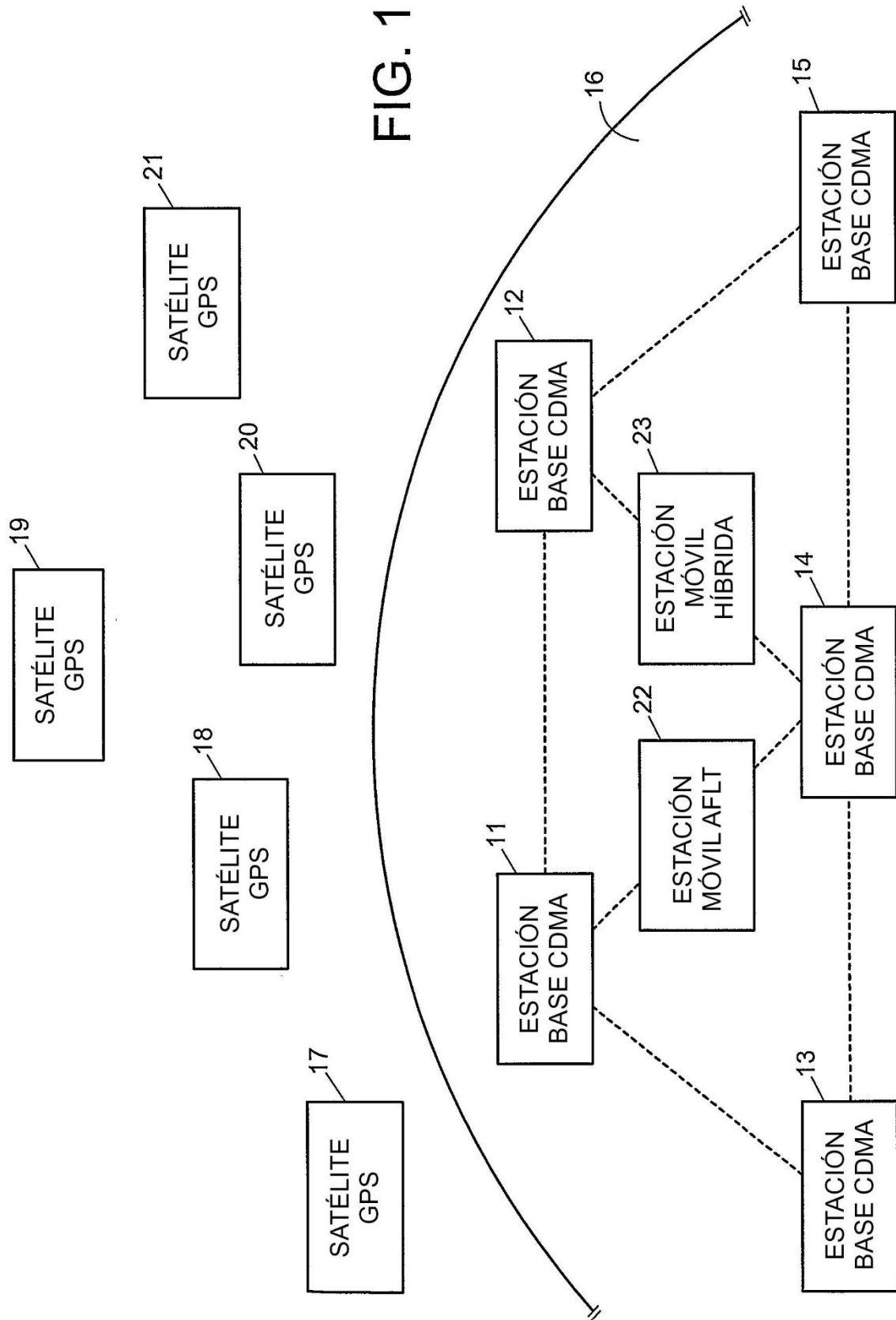
15. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 12, en la que la entidad de determinación de la posición determina las posiciones de las estaciones móviles mediante Trilateración avanzada de enlace directo, AFLT, (81) de cada estación móvil a partir de estaciones base que tienen posiciones conocidas.

16. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 13, en la que la entidad de determinación de la posición mide los retardos de trayecto de las señales transmitidas entre la estación base y las estaciones móviles para determinar las distancias entre la estación base y las estaciones móviles, y determina la posición de la estación base a partir de las posiciones de las estaciones móviles y las distancias entre la estación base y la estación móvil.

17. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 13, en la que la entidad de determinación de la posición calcula un sesgo temporal en el transmisor de la estación base a partir de la posición de las estaciones móviles y a partir de las señales transmitidas entre la estación base y las estaciones móviles.

18. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 12, en la que la entidad de determinación de la posición estima (106) la elevación de la antena de la estación base como una altura de antena media por encima de una elevación media de las estaciones móviles.

19. La red de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 12, en la que la entidad de determinación de la posición estima (106) la elevación de la antena de la estación base como una altura de antena media por encima de una elevación obtenida mediante la búsqueda en una base de datos de elevación de terreno para la elevación a una posición estimada de la estación base.



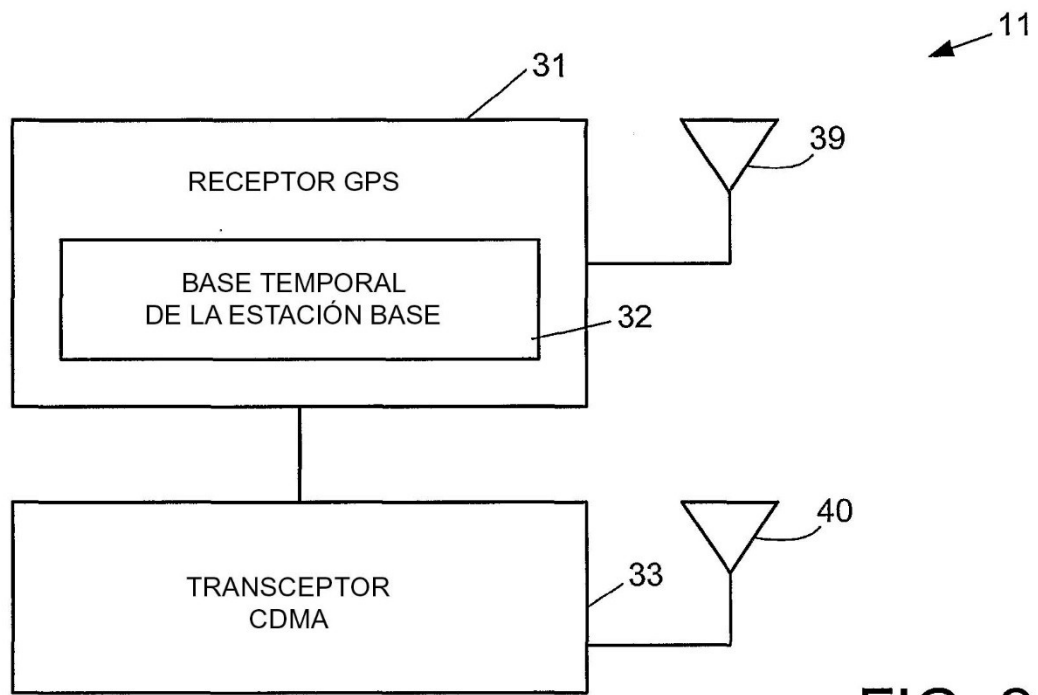


FIG. 2

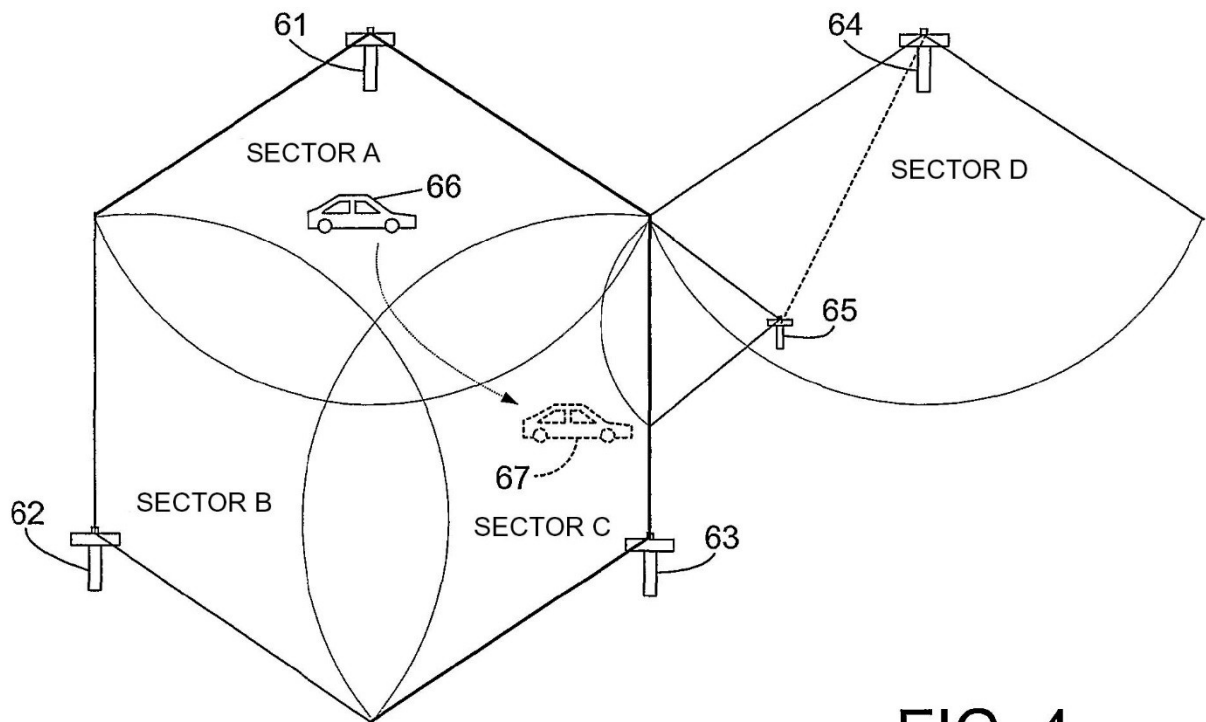


FIG. 4

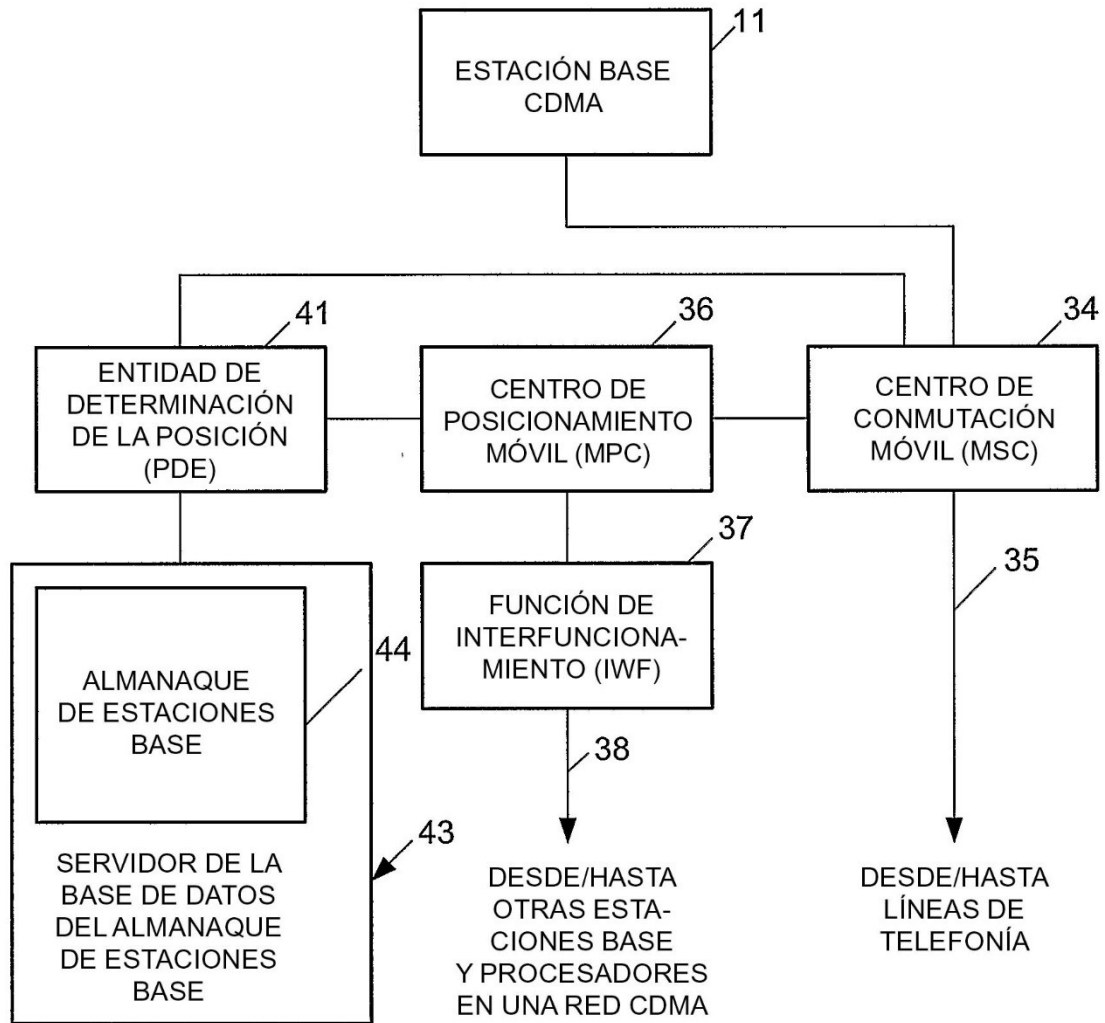


FIG. 3

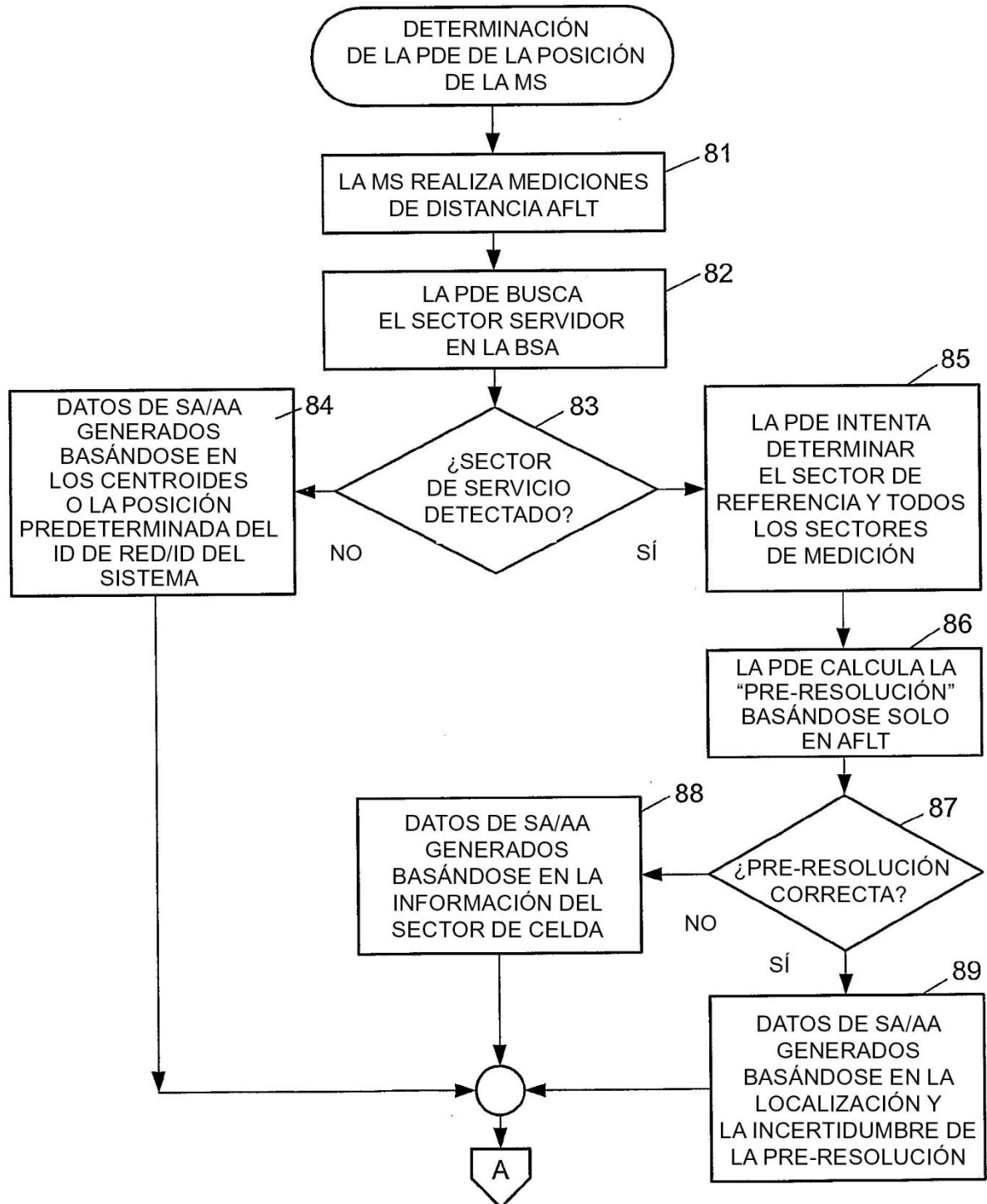


FIG. 5

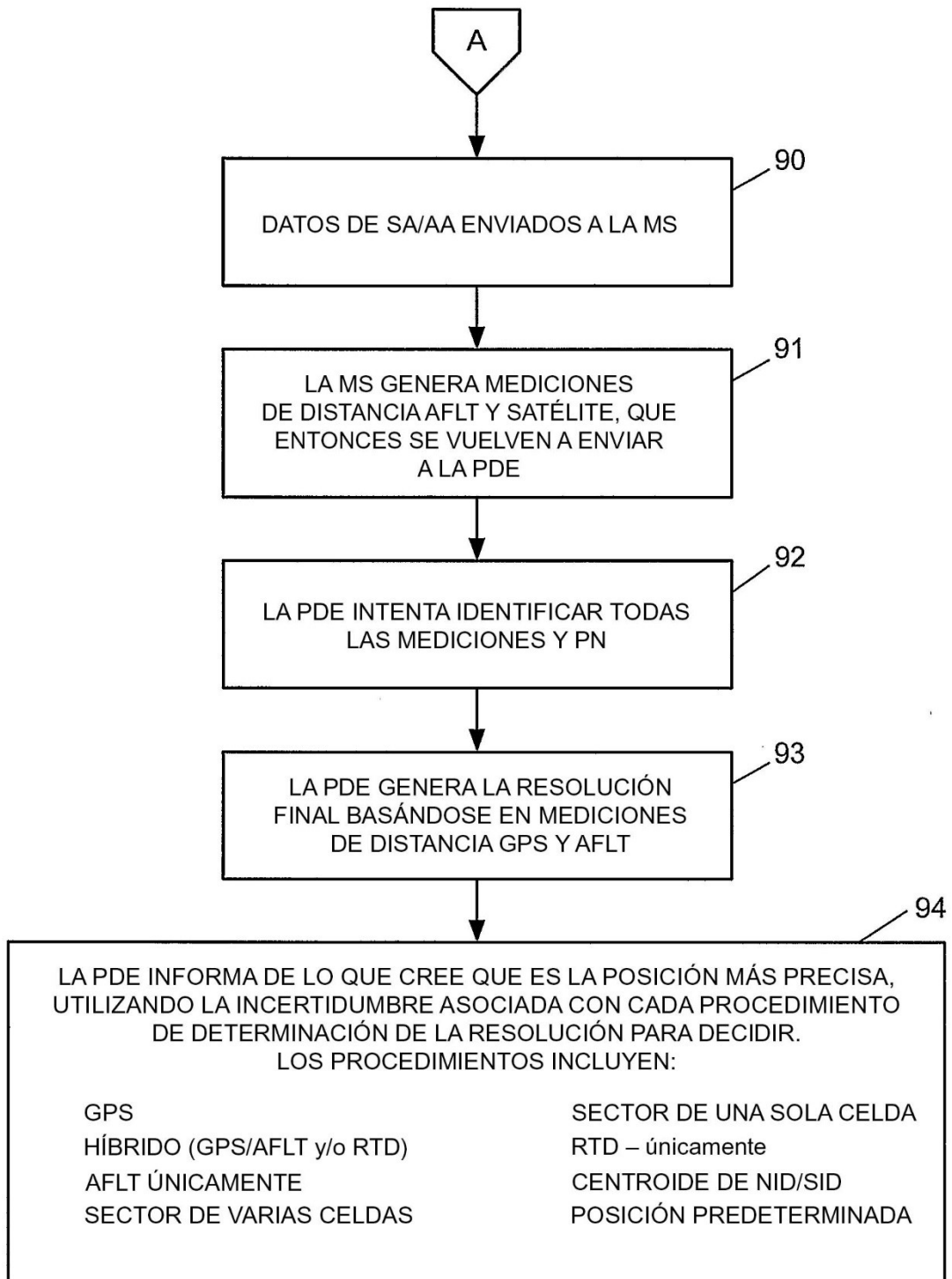


FIG. 6

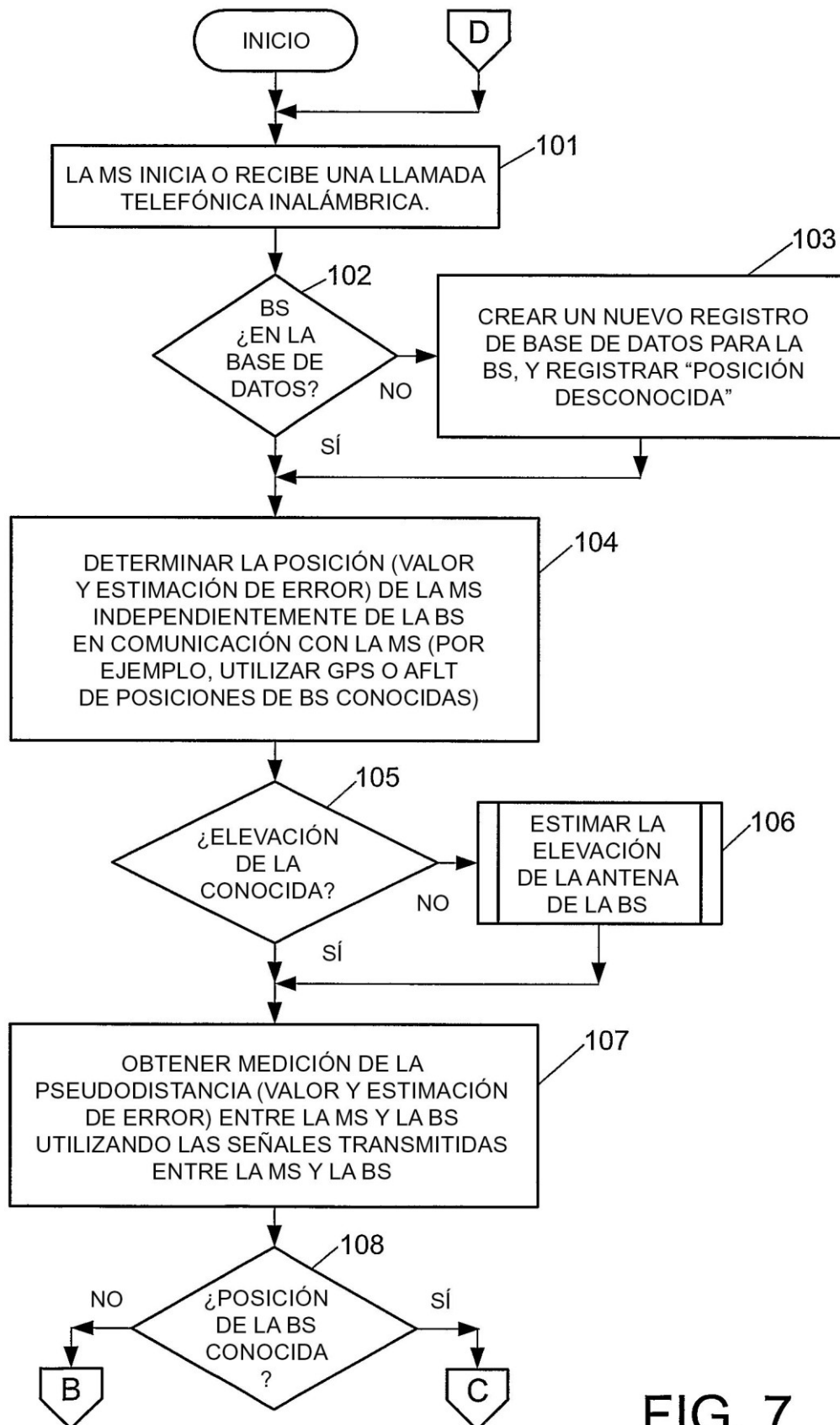


FIG. 7

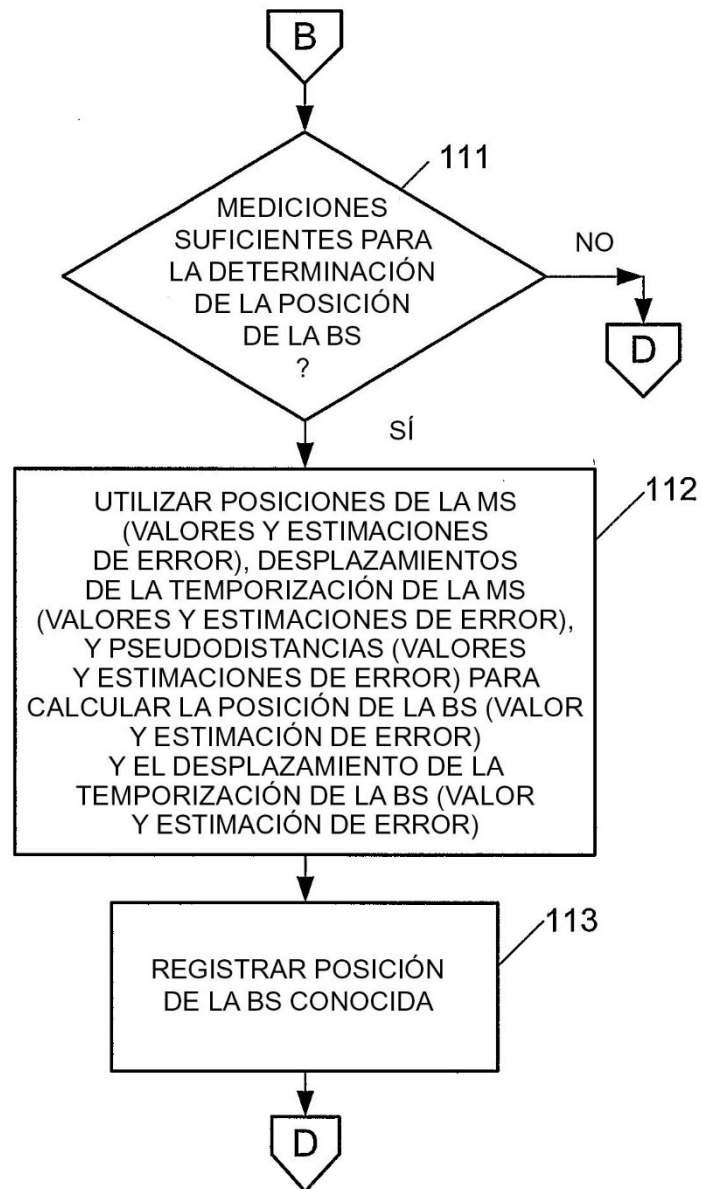


FIG. 8

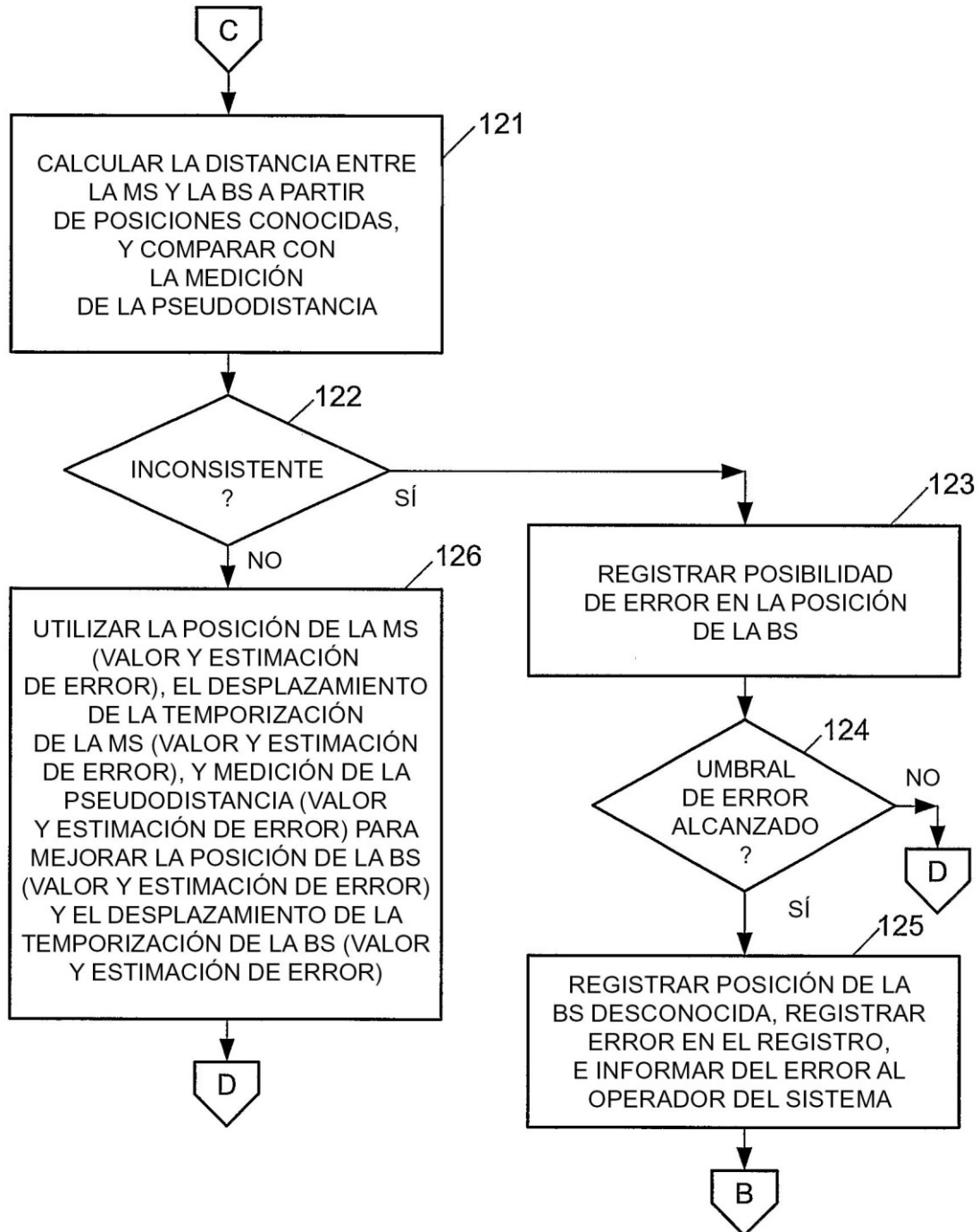


FIG. 9

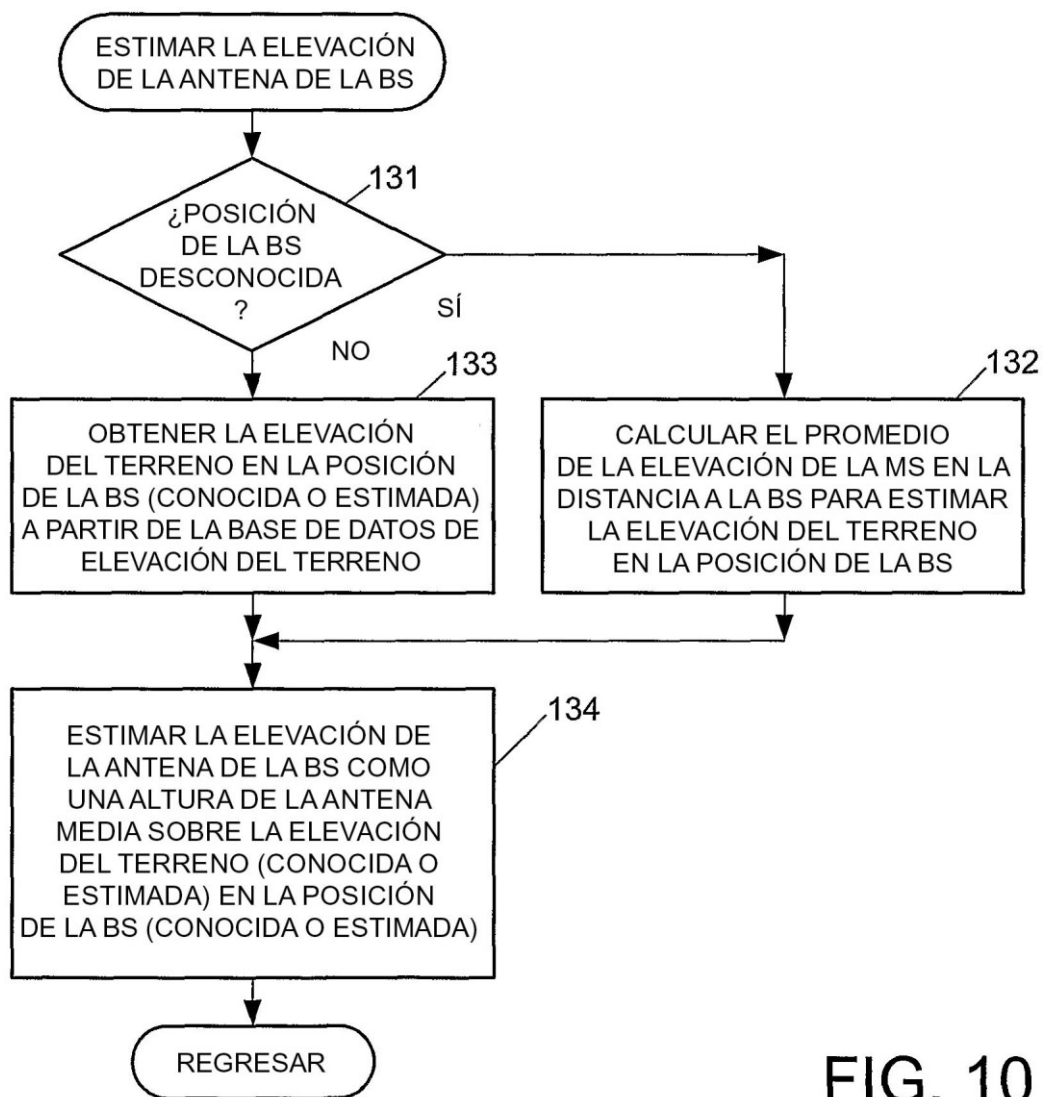


FIG. 10