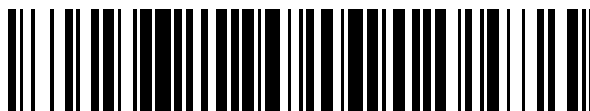


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 121**

51 Int. Cl.:
G01S 19/46 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09004553 .5**
- 96 Fecha de presentación: **12.04.1999**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2078966**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.07.2009**

54 Título: **Aumento de sistema de localización por satélite con señales de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:
22.04.1998 US 64673

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.06.2012

73 Titular/es:
**SNAPTRACK INCORPORATED
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:
Sheynblat, Leonid

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 383 121 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

Aumento de sistema de localización por satélite con señales de comunicación inalámbrica

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de localización por satélite que están combinados con sistemas de comunicación inalámbrica y también se refiere a técnicas de ubicación por radio.

Las comunicaciones inalámbricas están aumentando rápidamente las comunicaciones telefónicas convencionales. Los teléfonos de célula inalámbrica o teléfonos celulares, como se denominan a veces, son una forma de sistema de comunicación basada en células, o celular. Estos sistemas pueden usarse en muchas ubicaciones diferentes. En las comunicaciones telefónicas convencionales, el servicio 911 de emergencias ha existido durante varios años y ha evolucionado y se ha ampliado con el tiempo. Actualmente, para la mayoría de los sistemas telefónicos cableados, se dispone de un servicio 911 mejorado. En este servicio, el centro de emergencias que recibe la llamada de manera automática desde el sistema telefónico descubre el número de teléfono, la ubicación y la identidad de la persona que llama, sin que la persona que llama tenga que proporcionar esta información. En el caso de un teléfono celular, tal servicio 911 mejorado normalmente no es posible. En la actualidad, un centro de emergencias que recibe una llamada marcada desde un teléfono celular no sabe desde dónde está produciéndose la llamada. Una solución propuesta para proporcionar un servicio 911 mejorado para teléfonos celulares es usar la superposición de las células en un sistema de comunicación basado en células. Esta superposición surge del hecho de que las distancias de comunicación de radio eficaces desde un emplazamiento de célula al siguiente se solapan en cierta medida. Esto se muestra en la **Figura 1**. El sistema 10 de comunicación basado en células incluye cuatro células 12, 14, 16 y 18 que se solapan en la medida mostrada en la **Figura 1**. Cada una de estas células se ha dibujado alrededor de su respectivo transceptor inalámbrico basado en células, que se muestran como los transceptores 21, 22, 23 y 24. Estos transceptores transmiten y reciben señales de comunicación inalámbrica basada en células a y desde los sistemas de comunicación móvil inalámbrica basada en células, tal como los sistemas 26, 27 y 28 de comunicación móvil inalámbrica basada en células mostrados en la **Figura 1**. Como se conoce bien en la técnica, existen numerosos sistemas de comunicación basada en células, tales como el sistema de AMPS y el sistema de CDMA, así como los sistemas de TDMA, GSM, PCS y el ISM. Cada uno de estos sistemas comparte el enfoque básico de la comunicación inalámbrica basada en células que consiste en emplazamientos base (denominados también emplazamientos celulares) que transmiten señales y que están desplegados en la topología celular en la que cada célula está definida por el área de cobertura de las señales a y desde su emplazamiento de célula (transceptor inalámbrico basado en células) y con algunas células posiblemente solapándose con otras células. El solapamiento de las células permitirá normalmente realizar una operación de radiolocalización al menos en las zonas de solapamiento. Por ejemplo, la posición del sistema 27 de comunicación móvil inalámbrica basada en células mostrado en la **Figura 1** puede determinarse determinando el tiempo de propagación de señales de comunicación entre el emplazamiento 22 de célula y el sistema 27 móvil y, de manera similar, el tiempo de propagación de las señales inalámbricas de comunicación basada en células entre el sistema 27 móvil y el transceptor 23. Si se hacen determinadas suposiciones (tal como la altitud aproximada) y se usa una técnica de ángulo de llegada (AOA), la posición de un sistema móvil basado en células puede determinarse con tan sólo dos transceptores basados en células inalámbricos que están en comunicación de radio con la unidad móvil. Normalmente, sin embargo, se requieren al menos tres enlaces de comunicación de radio con tres transceptores inalámbricos diferentes basados en células para obtener una solución de posición bidimensional. Existen numerosos ejemplos en la técnica anterior que describen el uso de la superposición celular como un modo de proporcionar operaciones de radiolocalización para sistemas de comunicación móvil de base celular. Un enfoque se denomina técnica de tiempo de llegada (TOA) y otro enfoque se denomina técnica de diferencia de tiempo de llegada (TDOA).

Aunque la infraestructura puede, en cierta medida, existir ya para el uso de la superposición celular para proporcionar radiolocalización, resulta que la superposición es normalmente demasiado pequeña entre las células para proporcionar una cobertura adecuada sobre las diversas posiciones posibles de una unidad móvil. Esto puede verse en la **Figura 1**, en la que la unidad 28 móvil puede sólo recibir y transmitir señales con un transceptor inalámbrico basado en células, el transceptor 22, y no puede recibir señales desde (o transmitir señales a) los otros transceptores o emplazamientos de célula. En esta situación, la posición de la unidad 28 inalámbrica no puede definirse mejor que una circunferencia que rodea el emplazamiento 22 de célula y esto, de hecho, puede no ser posible debido a errores en el sistema y debido a la incapacidad para determinar el tiempo de manera lo bastante precisa en los sistemas de transmisión y recepción.

Otro enfoque para determinar la posición de un sistema de comunicación móvil es incorporar un sistema de localización por satélite (SPS) tal como el sistema de localización global (GPS) en el mismo recinto o acoplado estrechamente con el sistema de comunicación. Numerosas referencias han descrito este enfoque en el que el sistema GPS se usa en sí mismo para determinar la posición de la unidad integrada. Un ejemplo de una unidad integrada de este tipo se describe en la patente estadounidense 5.663.734 de Norman F. Krasner. En muchos sistemas integrados de este tipo que incluyen un receptor de GPS y un sistema de comunicación inalámbrica, el receptor de GPS es un receptor convencional basado en correlacionador que a menudo tiene dificultad para recopilar señales de GPS desde suficientes satélites de GPS como para determinar una posición del receptor de GPS. Los receptores de GPS normalmente no funcionan bien en entornos en los que existe bloqueo de las señales

de GPS desde los satélites de GPS. Este bloqueo puede ser sólo una sobrecarga de árbol, y aun así puede que el receptor de GPS no pueda adquirir y rastrear los satélites de GPS en un entorno de este tipo. Por consiguiente, existen muchas situaciones en las que un receptor de GPS y un sistema de comunicación integrados no podrán proporcionar una posición que pudiera transmitirse luego a través del sistema de comunicación de vuelta a un operador de 911 en un punto de respuesta de seguridad pública (PSAP).

Otro enfoque de la técnica anterior que intenta proporcionar una posición para un sistema de comunicación inalámbrica se describe en la patente estadounidense 5.604.765. Esta patente da a conocer una técnica para insertar una señal de navegación de CDMA en el sistema de comunicación inalámbrica existente para proporcionar capacidad de navegación. La unidad móvil incluye un receptor de GPS y también incluye un sistema de comunicación que puede recibir señales de navegación de tipo GPS que se hayan insertado en difusiones de comunicación desde transmisores celulares y / u otros transmisores inalámbricos de estación base. En esta técnica, un sistema móvil puede utilizar tanto el sistema GPS como el sistema de comunicación. Es decir, el sistema de comunicación, cuando existe bloqueo de los satélites de GPS, puede usar las señales de tipo GPS insertadas en la señal de comunicación celular para aumentar o reemplazar las señales de GPS desde los satélites de GPS a fin de proporcionar una posición. Aunque esta técnica descrita en la patente estadounidense 5.604.765 proporciona una ventaja respecto a un teléfono celular que use solamente la superposición celular para realizar radiolocalización y también proporciona una ventaja respecto a una unidad móvil que use solamente el sistema GPS para proporcionar una posición, esta técnica de insertar una señal de tipo GPS en las señales celulares inalámbricas requiere modificaciones en las señales de difusión existentes y de este modo requeriría una modificación considerable de la infraestructura de un sistema de comunicación basado en células.

La patente estadounidense N° 5.327.144 describe otro sistema de localización que usa transmisiones celulares de un teléfono celular para determinar la diferencia de tiempo de llegada (TDOA) de las señales transmitidas; estas diferencias de tiempo se obtienen usando un receptor de GPS para poner una marca de tiempo a las transmisiones celulares a fin de medir las diferencias de tiempo entre transmisiones celulares entre el teléfono celular y varios emplazamientos de célula. Sin embargo, el receptor de GPS no se usa para determinar pseudodistancias entre un receptor de GPS en el teléfono celular y los satélites de GPS. La patente estadounidense N° 5.512.908 describe también un sistema de TDOA que usa transmisiones celulares para medir la ubicación del teléfono celular a partir de las diferencias de tiempo de llegada de las transmisiones celulares; de nuevo, se usan señales de GPS en los emplazamientos de célula para poner una marca de tiempo a las señales, a fin de medir la diferencia de tiempo en el tiempo de propagación de la señal. Las señales de GPS no se usan para determinar pseudodistancias entre un receptor de GPS en el teléfono celular y los satélites de GPS. La patente estadounidense N° 5.612.703 describe un sistema de localización en un sistema de comunicaciones celulares basándose en mediciones de tiempo de señal de ida y vuelta. La patente estadounidense N° 5.724.660 describe un procedimiento para determinar una posición de un teléfono celular midiendo la intensidad de señal de las transmisiones celulares entre el teléfono y los emplazamientos de célula; esta posición se compara entonces con una posición determinada desde un receptor de GPS que intenta por separado determinar una posición. De este modo, esta patente determina una posición comparando una posición obtenida a partir de mediciones de intensidad de señal con una posición obtenida a partir de mediciones de GPS.

De este modo, es deseable proporcionar un sistema que pueda realizar determinación de posición en diversos entornos inalámbricos y que pueda usar tanto el sistema global de navegación por satélite, tal como el sistema GPS, como un sistema inalámbrico desplegado en una configuración celular.

El documento US 5.422.813 describe un motor comercial de localización por RF (Frecuencia de radio), o GPS sin cortes.

Resumen de la invención

Según la invención, se proporciona el procedimiento de la reivindicación 1. Según la invención, también se proporciona el aparato de la reivindicación 9.

Hay ejemplos descritos de procedimientos y aparatos para procesar información de posición con un receptor del sistema de localización por satélite (SPS), y usando mediciones de tiempo de mensajes en una señal de comunicación basada en células. En un ejemplo, un receptor de SPS recibe señales de SPS desde al menos un satélite de SPS. Las señales de comunicación basadas en células se transmiten entre un sistema de comunicación que está acoplado con el receptor del SPS y un primer transceptor basado en células que está situado remotamente con respecto al receptor del SPS. Estas señales de comunicación basadas en células son comunicaciones inalámbricas. Se determina una primera medición de tiempo, y esta medición de tiempo representa un tiempo de propagación de un mensaje en las señales de comunicación basada en células, entre el primer transceptor basado en células y el sistema de comunicación. Se determina también una segunda medición de tiempo, que puede denominarse una pseudodistancia a un satélite del SPS, y representa un tiempo de propagación de las señales de SPS desde el satélite de SPS al receptor de SPS. Se determina luego una posición del receptor de SPS desde al menos la primera medición de tiempo y la segunda medición de tiempo y, usualmente, una tercera medición de tiempo. Las señales de comunicación basada en células sobre las cuales se están efectuando las mediciones de tiempo son capaces de comunicar mensajes de datos en una dirección de doble vía en una realización, entre el

primer transceptor basado en células y el sistema de comunicación.

En un ejemplo particular de un procedimiento, las seudodistancias a satélites de SPS y las seudodistancias celulares a emplazamientos de célula se usan juntas para proporcionar una posición para la unidad integrada móvil. Si, en un ejemplo, un satélite de GPS está a la vista y dos transceptores inalámbricos basados en células (emplazamientos de célula) están en comunicación de radio (o pueden estar en comunicación de radio) con una unidad móvil, entonces efectivamente pueden usarse tres seudodistancias para determinar la posición de la unidad móvil. El aumento del sistema de localización por satélite con el sistema de comunicación inalámbrica se realiza sin insertar señales de navegación, que especifican la posición del transmisor o son señales de tipo C3PS, en las señales de comunicación de base celular. De este modo, por ejemplo, los mensajes que se transmiten entre la unidad móvil y el emplazamiento de célula pueden ser mensajes de voz o datos, y estos mensajes pueden usarse para realizar la medición de tiempo a fin de determinar las seudodistancias celulares. Estos mensajes pueden ser el mensaje 911 o mensajes de seudodistancia que describen seudodistancias a los satélites de SPS, o pueden ser de Doppler u otra información de ayuda (por ejemplo, información de efemérides de satélite) que se está proporcionando a una unidad móvil.

En otro ejemplo, un sistema integrado incluye un receptor de SPS y un sistema de comunicación, tal como un transceptor de comunicación basada en células. El receptor de SPS es capaz de recibir señales de SPS y de proporcionar datos (por ejemplo, seudodistancias) para determinar una primera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de las señales de SPS desde un satélite de SPS a dicho receptor de SPS. El sistema de comunicación, que está acoplado al receptor de SPS, es capaz de comunicarse de manera inalámbrica con un transceptor basado en células situado remotamente y es capaz de proporcionar datos (por ejemplo, una marca de tiempo o una seudodistancia celular) para determinar una segunda medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de un mensaje en las señales de comunicación basada en células entre el sistema de comunicación y el transceptor basado en células situado remotamente. Las señales de comunicación basada en células son capaces de comunicar mensajes (por ejemplo, voz o datos) entre dicho sistema de comunicación y dicho transceptor basado en células situado remotamente. Una posición del sistema integrado móvil se determina a partir de una combinación de al menos las mediciones de tiempo primera y segunda, y esta combinación está en un dominio de medición definido por estas mediciones de tiempo.

Diversos otros aspectos y realizaciones de la presente invención se describen adicionalmente a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra a modo de ejemplo y no de limitación en las figuras de los dibujos adjuntos, en los que referencias similares indican elementos similares.

La **figura 1** ilustra un sistema de comunicación basada en células que muestra la superposición que puede existir entre emplazamientos de célula adyacentes.

La **figura 2** muestra un ejemplo de un sistema de localización que utiliza un sistema de SPS conjuntamente con un sistema de comunicación inalámbrica.

La **figura 3** muestra un ejemplo de un servidor de localización.

La **figura 4** muestra un ejemplo de un receptor de SPS y un sistema de comunicación integrados.

La **figura 5** muestra un ejemplo de una estación de referencia de GPS.

La **figura 6** muestra un ejemplo de un procedimiento.

La **figuras 7A y 7B** ilustran otro ejemplo de un procedimiento.

Descripción detallada

Las realizaciones de la presente invención se refieren al uso de señales de comunicación basada en células para aumentar la información de posición de satélite a fin de determinar una ubicación de un receptor móvil que tiene un receptor de localización por satélite y un sistema de comunicación basada en células. La descripción y los dibujos siguientes son ilustrativos de la invención y no han de interpretarse como limitativos de la invención. Se describen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión exhaustiva de la presente invención. Sin embargo, en casos determinados, no se describen detalles bien conocidos o convencionales para que la presente invención, en detalle, no resulte confusa de manera innecesaria.

En un ejemplo, un sistema consiste en dos elementos: (1) un sistema de localización por satélite, tal como GPS, y (2) un sistema inalámbrico de comunicación por radio desplegado en una configuración basada en células (a veces denominada celular) en la que cada célula está definida por su área de cobertura de señal, con algunas células posiblemente solapándose. Un ejemplo de un sistema inalámbrico de comunicación de radio basada en células es la señal de teléfono celular estadounidense (AMPS). Otros ejemplos de sistemas de comunicación inalámbrica basada

en células incluyen los sistemas de CDMA, TDMA, GSM, PCS e ISM, todos bien conocidos. Puede usarse en la presente invención cualquier sistema de comunicación inalámbrica basada en células que incluya emplazamientos base que transmitan y/o reciban señales y que estén desplegados en una topología celular, para aumentar los sistemas de localización por satélite, tal como el sistema GPS.

5 Las señales de comunicación basada en células pueden usarse para obtener un tiempo de propagación de un mensaje sobre las señales de comunicación basada en células, que se propaga entre un emplazamiento de célula y un sistema integrado de comunicación inalámbrica / receptor de SPS. El tiempo de propagación del mensaje en la señal de comunicación basada en células define una esfera en tres dimensiones o una circunferencia en dos dimensiones, con el centro en el emplazamiento de célula y el radio igual a una distancia recorrida por una onda de radio durante el periodo de tiempo medido. Estas mediciones de tiempo se usan para aumentar las mediciones de seudodistancia de satélites según una realización, particularmente cuando existe bloqueo de las señales de SPS desde satélites de SPS o en otras situaciones en las que el sistema de SPS no proporciona una información de posición adecuada.

10 En un ejemplo, el sistema integrado de comunicación inalámbrica / receptor de SPS puede obtener la información de localización o de tiempo de llegada a partir de todas las señales disponibles, incluyendo satélites de SPS y señales de comunicación inalámbrica basada en células, y transmitir las junto con información de sincronismo correspondiente a una estación base remota, tal como un servidor de ubicación que se describe a continuación para la obtención de la posición. Puesto que la información de localización (mediciones de seudodistancia) puede obtenerse a partir de fuentes diferentes, puede usarse un esquema de ponderación adecuado para ponderar las mediciones según sus errores estimados a fin de optimizar la solución aumentada. En un ejemplo alternativo, el sistema integrado de comunicación inalámbrica / receptor de SPS puede usar la información de localización para calcular su ubicación sin la ayuda de un servidor de ubicación remoto. Puede entonces almacenar la información en memoria y / o exhibirla a un usuario y / o transmitirla a un participante llamado o llamante a través del sistema de comunicación inalámbrica basada en células.

15 Si no se dispone de información de sincronismo precisa en el sistema móvil integrado de comunicación / receptor de SPS, entonces las mediciones de tiempo de llegada pueden remitirse a un servidor de ubicación o a algún otro emplazamiento que tenga procedimientos para obtener la información de sincronismo, preferiblemente a partir de señales de navegación por satélite recibidas que puedan usarse para obtener el sincronismo preciso de la transmisión y recepción de las señales de comunicación basada en células.

20 Puede usarse una configuración de un sistema móvil integrado de comunicación / receptor de GPS junto con un servidor de ubicación situado remotamente, para eliminar errores de modalidad común en las mediciones de tiempo de llegada. Algunos errores de modalidad común podrían deberse a errores del sistema de navegación por satélite y algunos (en particular, errores de sincronismo) podrían deberse a errores de sistema en el sistema de comunicación inalámbrica. En un caso, el tiempo del GPS, a partir de la señal de satélite menos atenuada, puede usarse para establecer un tiempo de GPS de recopilación de señales de SPS que se usaron para determinar las seudodistancias a los satélites y para establecer un tiempo de GPS en el servidor de ubicación. De este modo, el tiempo en el servidor de ubicación y el tiempo de las mediciones de seudodistancia (por ejemplo, cuando se recopilaban las señales de SPS, a partir de las que se determinaron las seudodistancias) se obtienen a partir de la misma fuente y los errores de modalidad común se anularán. En algunos casos, tal como un sistema celular digital de CDMA, se inserta información de sincronismo precisa en las señales de comunicación celular de CDMA, y esta información de sincronismo puede usarse para obtener el tiempo de recepción de un mensaje en la señal de comunicación de CDMA y un tiempo de transmisión de un mensaje en la señal de comunicación de CDMA.

25 La **Figura 2** muestra un ejemplo de un sistema 101. El sistema incluye un sistema de comunicación basada en células que incluye una pluralidad de emplazamientos de célula, cada una de las cuales está diseñada para dar servicio a una región o ubicación geográfica particular. Ejemplos de tales sistemas de comunicación basada en células, o de base celular, son bien conocidos en la técnica, tal como los sistemas telefónicos basados en células. Se observará que la **Figura 2** no se ha dibujado para mostrar un solapamiento de células como se muestra en la **Figura 1**. Sin embargo, el área de cobertura de señal de las células puede, de hecho, solaparse como en la **Figura 1**, pero esto no se requiere para la presente invención. Se observará que si las áreas de cobertura de señal de las células se solapan, entonces se dispone de mediciones de ayuda adicionales del sistema celular para su uso según la invención, como se describe más adelante. El sistema de comunicación basada en células, como se muestra en la **Figura 1**, incluye tres células 102, 103 y 104. Se observará que una pluralidad de células con emplazamientos correspondientes de célula y / o zonas de servicio celular puede también incluirse en el sistema 101 y acoplarse a uno o más centros de conmutación basada en células, tal como el centro 105 de conmutación móvil y el centro 106 de conmutación móvil. Dentro de cada célula, tal como la célula 102, existe una estación base de célula inalámbrica (denominada a veces un emplazamiento de célula o base de célula) tal como la estación 102a base de célula que está diseñada para comunicarse a través de un medio de comunicación inalámbrica, usando señales de comunicación basada en células, con un sistema de comunicación, que normalmente incluye un receptor y un transmisor para comunicarse usando las señales de comunicación basada en células y un receptor móvil de SPS. Este sistema combinado de comunicación y receptor móvil de SPS proporciona un sistema combinado tal como el receptor 102b mostrado en la **Figura 2**. Un ejemplo de un tal sistema combinado que tiene un receptor de SPS y un

sistema de comunicación se muestra en la **Figura 4** y puede incluir tanto la antena 77 de SPS como un sistema 79 de antena de sistema de comunicación. Cada emplazamiento de célula está acoplado normalmente a un centro de conmutación móvil (MSC). En la **Figura 2**, los emplazamientos 102a y 103a de célula están acoplados al centro 105 de conmutación a través de conexiones 102c y 103c, respectivamente, y la base 104a de célula está acoplada a un centro 106 de conmutación móvil diferente a través de la conexión 104c. Estas conexiones son normalmente conexiones cableadas entre la base de célula respectiva y los centros 105 y 106 de conmutación móvil. Cada base de célula incluye una antena para comunicarse con los sistemas de comunicación a los que da servicio el emplazamiento / base de célula específico. En un ejemplo, el emplazamiento de célula puede ser un emplazamiento de célula de teléfono celular que se comunica con teléfonos celulares móviles en la zona a la que da servicio el emplazamiento de célula.

En una realización típica de la presente invención, el receptor móvil de SPS, tal como el receptor 102b, incluye un sistema de comunicación basada en células que está integrado con el receptor de SPS de modo que tanto el receptor de SPS como el sistema de comunicación estén encerrados en el mismo alojamiento. Un ejemplo de esto es un teléfono celular que tiene un receptor de GPS integrado que comparte un conjunto común de circuitos con el transceptor de teléfono celular. Cuando este sistema combinado se usa para comunicaciones telefónicas celulares, tienen lugar transmisiones entre el receptor 102b y la base 102a de célula. Las transmisiones desde el receptor 102b a la base 102a de célula se propagan entonces por la conexión 102c al centro 105 de conmutación móvil y luego o bien a otro teléfono celular en una célula a la que da servicio el centro 105 de conmutación móvil o bien a través de una conexión (normalmente cableada) a otro teléfono a través de la red / sistema 112 de teléfono terrestre. Se observará que el término cableado incluye fibra óptica y otras conexiones no inalámbricas tal como el cableado de cobre, etc. Las transmisiones desde el otro teléfono que está comunicándose con el receptor 102b se envían desde el centro 105 de conmutación móvil a través de la conexión 102c y el emplazamiento 102a de célula de vuelta al receptor 102b de la manera convencional. Normalmente, cada base de célula, tal como la base 102a de célula, incluirá un receptor de SPS (o al menos estará acoplada para recibir el tiempo del SPS). El receptor de SPS se usa para poner una marca de tiempo al tiempo de las transmisiones de mensajes desde la base de célula a una unidad móvil y para poner una marca de tiempo al tiempo de recepción de un mensaje en la base de célula desde la unidad móvil. De este modo, puede determinarse el tiempo de propagación entre la unidad móvil y una base de célula de un mensaje en las señales de comunicación basada en células. Este tiempo de propagación puede denominarse una seudodistancia celular. En un ejemplo de la invención, el tiempo de transmisión y el tiempo de recepción de un mensaje se envían a un servidor de ubicación del GPS que calcula el tiempo de propagación para el mensaje, para así determinar la seudodistancia celular.

En el ejemplo de la **Figura 2**, cada centro de conmutación móvil (MSC) está acoplado a al menos un centro regional de servicios de mensajes cortos (SMSC), a través de una red que en una realización se denomina una red del sistema número 7 de señalización (SS7). Esta red está diseñada para permitir pasar mensajes cortos (por ejemplo, información de control y datos) entre elementos de la red telefónica. Se entenderá que la **Figura 2** muestra un ejemplo y que es posible que varios MSC estén acoplados a un SMSC regional. La red de SS7 está representada por las conexiones 105a, 105b y 106a que interconectan los MSC 105 y 106 con los SMSC 107 y 108 regionales. El ejemplo de la **Figura 2** también muestra dos servidores 109 y 110 de ubicación del GPS que están acoplados respectivamente a un SMSC 107 regional y a un SMSC 108 regional a través de las conexiones 107a y 108a. En una realización del sistema distribuido de la **Figura 2**, las conexiones 107a y 108a son parte de una red permanente de datos conmutada por paquetes que interconecta diversos SMSC regionales con diversos servidores de ubicación del GPS. Esto permite que cada SMSC regional actúe como un encaminador para encaminar peticiones de servicios de ubicación a servidores cualesquiera de ubicación del GPS que estén disponibles en caso de congestión en un servidor de ubicación o de fallo de un servidor de ubicación. De este modo, el SMSC 107 regional puede encaminar peticiones de servicio de ubicación desde el receptor 102b móvil de GPS (por ejemplo, el usuario del receptor 102b móvil de GPS marca 911 en el teléfono celular integrado) al servidor 110 de ubicación del GPS si el servidor 109 de ubicación está congestionado o ha fallado o es incapaz de otro modo de atender la petición de servicio de ubicación.

Cada servidor de ubicación del GPS está acoplado normalmente a una red de área amplia de estaciones de referencia de GPS que proporciona correcciones diferenciales de GPS y datos de efemérides de satélite a los servidores de ubicación del GPS. Esta red de área amplia de estaciones de referencia de GPS, mostrada como la red 111 de referencia de GPS, está acoplada normalmente a cada servidor de ubicación del GPS a través de una red dedicada de datos conmutada por paquetes. Por tanto, el servidor 109 de ubicación recibe datos desde la red 111 a través de la conexión 109a y el servidor 110 recibe datos desde la red 111 a través de la conexión 110a. Como alternativa, puede usarse un receptor de referencia de GPS en cada servidor de ubicación para proporcionar efemérides de satélite, mediciones de GPS o correcciones diferenciales de área local y el tiempo de GPS al servidor de ubicación del GPS. Como se muestra en la **Figura 2**, cada servidor de ubicación del GPS está también acoplado a una red 112 telefónica pública conmutada (PSTN) a la que están acoplados dos servidores 114 y 116 de aplicación.

Los dos servidores de ubicación del GPS se usan, en una realización, para determinar la posición de un receptor móvil de GPS (por ejemplo, el receptor 102b) usando señales de GPS recibidas por el receptor móvil de GPS.

Cada servidor de ubicación del GPS recibirá seudodistancias desde un receptor móvil de GPS y efemérides de

satélite y datos de correcciones diferenciales desde la red de referencia de GPS, y calculará una posición para el receptor móvil de GPS y luego esta posición se transmitirá a través de la PSTN a uno de los (o a ambos) servidores de aplicación en los que se presenta la posición (por ejemplo, exhibida sobre un mapa) a un usuario en el servidor de aplicación. Normalmente, el servidor de ubicación del GPS calcula pero no presenta (por ejemplo, mediante visualización) la posición en el servidor de ubicación del GPS. Un servidor de aplicación puede enviar una petición, para la posición de un receptor de GPS particular en una de las células, a un servidor de ubicación del GPS, que entonces inicia una conversación con un receptor móvil de GPS particular a través del centro de conmutación móvil, para determinar la posición del receptor de GPS e informar de esa posición a la aplicación particular. En otro ejemplo, un usuario de un receptor móvil de GPS puede iniciar una determinación de posición para un receptor de GPS; por ejemplo, el usuario del receptor móvil de GPS puede pulsar 911 (o algún otro botón, tal como un botón "localizar") sobre el teléfono celular para indicar una situación de emergencia en la ubicación del receptor móvil de GPS, y esto puede iniciar un proceso de ubicación de la manera descrita en el presente documento.

En un ejemplo alternativo en el que un receptor móvil de SPS determina su posición, el servidor de ubicación del GPS puede producir que la información de efemérides de satélite adecuada para la ubicación se transmita al receptor móvil de SPS. Este receptor móvil de SPS determina las pseudodistancias de satélite y calcula las posiciones de satélite a partir de la información de efemérides de satélite recibida, y también recibe o determina las pseudodistancias celulares (y las ubicaciones de emplazamientos de célula con los que está comunicándose). Usando las pseudodistancias de satélite, las posiciones de satélite, las pseudodistancias celulares y las posiciones de emplazamientos de célula, el propio receptor móvil de SPS determina su posición.

Debería observarse que un sistema de comunicación de base celular o basada en células es un sistema de comunicación que tiene más de un transmisor, cada uno de los cuales da servicio a una zona geográfica diferente, que está predefinida en cualquier instante en el tiempo. Normalmente, cada transmisor es un transmisor inalámbrico que da servicio a una célula que tiene un radio geográfico de menos de 20 millas (32,2 km), aunque la zona cubierta depende del sistema celular específico. Existen numerosos tipos de sistemas de comunicación celular, tales como teléfonos celulares, PCS (sistema de comunicación personal), SMR (radio móvil especializada), sistemas de radiomensajería unidireccional y bidireccional, RAM, ARDIS y sistemas inalámbricos de datos por paquetes. Normalmente, las zonas geográficas predefinidas se denominan células y una pluralidad de células se agrupan entre sí en una zona de servicio celular, y estas pluralidades de células están acopladas a uno o más centros de conmutación celular que proporcionan conexiones a sistemas y / o redes telefónicas terrestres. Una zona de servicio se usa a menudo para fines de facturación. Por tanto, puede darse el caso de que células en más de una zona de servicio estén conectadas a un centro de conmutación. Como alternativa, a veces se da el caso de que las células dentro de una zona de servicio estén conectadas a centros de conmutación diferentes, especialmente en zonas de población densa. En general, una zona de servicio está definida como un conjunto de células en estrecha proximidad geográfica entre sí. Otra clase de sistemas celulares que encaja en la descripción anterior es la basada en satélite, en la que las estaciones base celulares o emplazamientos de célula son satélites que normalmente están en órbita alrededor de la tierra. En estos sistemas, los sectores de célula y las zonas de servicio se mueven en función del tiempo. Ejemplos de tales sistemas incluyen Iridium, Globalstar, Orbcomm y Odyssey.

La **Figura 3** muestra un ejemplo de un servidor 50 de ubicación del GPS que puede usarse como el servidor 109 de GPS o el servidor 110 de GPS en la **Figura 2**. El servidor 50 de ubicación del SPS de la **Figura 3** incluye una unidad 51 de procesamiento de datos que puede ser un sistema informático digital con tolerancia a fallos. El servidor 50 de ubicación del SPS también incluye un módem u otra interfaz 52 de comunicación y un módem u otra interfaz 53 de comunicación y un módem u otra interfaz 54 de comunicación. Estas interfaces de comunicación proporcionan conectividad para el intercambio de información a y desde el servidor de ubicación mostrado en la **Figura 3** entre tres redes diferentes, que se muestran como las redes 60, 62 y 64. La red 60 incluye el centro o centros de conmutación móvil y / o los conmutadores de sistema telefónico terrestre o los emplazamientos de célula. Un ejemplo de esta red se muestra en la **Figura 2** en la que el servidor 109 de GPS representa al servidor 50 de la **Figura 3**. De este modo puede considerarse que la red 60 incluye los centros 105 y 106 de conmutación móvil y las células 102, 103 y 104. Puede considerarse que la red 64 incluye los servidores 114 y 116 de aplicaciones, cada uno de los cuales es normalmente un sistema informático con interfaces de comunicación, y también puede incluir uno o más "PSAP", (punto de respuesta de seguridad pública) que es normalmente el centro de control que responde a llamadas del teléfono de emergencia 911. La red 62, que representa a la red 111 de referencia de SPS de la **Figura 2**, es una red de receptores de SPS que son receptores de referencia del SPS diseñados para proporcionar información de corrección diferencial de SPS y también para proporcionar datos de señal de SPS, incluyendo los datos de efemérides de satélite, a la unidad de procesamiento de datos. Cuando el servidor 50 da servicio a una zona geográfica muy grande, puede que un receptor local optativo del SPS, tal como el receptor optativo 56 de SPS, no pueda observar todos los satélites de SPS que están a la vista de receptores móviles de SPS por toda esta zona. Por consiguiente, la red 62 recopila y proporciona datos de efemérides de satélite (normalmente, en una realización, como parte de todo el mensaje de navegación por satélite sin procesar) y datos de corrección diferencial de SPS aplicables en una zona amplia.

Como se muestra en la **Figura 3**, un dispositivo 55 de almacenamiento masivo está acoplado a la unidad 51 de procesamiento de datos. Normalmente, el almacenamiento 55 masivo incluirá almacenamiento para software a fin de realizar los cálculos de posición de GPS después de recibir pseudodistancias desde los receptores móviles de

GPS, tal como un receptor 102b de la **Figura 2**. Estas pseudodistancias se reciben normalmente a través del emplazamiento de célula y el centro de conmutación móvil, y el módem u otra interfaz 53. El dispositivo 55 de almacenamiento masivo también incluye software, al menos en una realización, que se usa para recibir y usar los datos de efemérides de satélite y los datos de corrección diferencial de SPS proporcionados por la red 32 de referencia de GPS a través del módem u otra interfaz 54. El dispositivo 55 de almacenamiento masivo también incluirá normalmente una base de datos que especifica la ubicación de los emplazamientos de célula a los que da servicio el servidor de ubicación del GPS. Estas ubicaciones se usan con las pseudodistancias celulares para determinar la posición de una unidad móvil tal como un sistema integrado de comunicación / receptor de GPS.

En una realización típica de la presente invención, el receptor optativo 56 de SPS no es necesario, ya que la red 111 de referencia de GPS de la **Figura 2** (mostrada como red 62 de la **Figura 3**) proporciona la información diferencial de GPS así como los mensajes de navegación por satélite sin procesar desde los satélites a la vista de los diversos receptores de referencia en la red de referencia de GPS. Se observará que pueden usarse los datos de efemérides de satélite obtenidos de la red a través del módem u otra interfaz 54, de una manera convencional con las pseudodistancias obtenidas del receptor móvil de GPS a fin de calcular la información de posición para el receptor móvil de GPS. Cada una de las interfaces 52, 53 y 54 puede ser un módem u otra interfaz de comunicación adecuada para acoplar la unidad de procesamiento de datos a otros sistemas informáticos, como en el caso de la red 64, y a sistemas de comunicación basada en células, como en el caso de la red 60, y a los dispositivos de transmisión, tal como los sistemas informáticos en la red 62. En un ejemplo, se observará que la red 62 incluye una pluralidad de receptores de referencia de GPS dispersos en una región geográfica. En algunas realizaciones, la información de corrección diferencial de GPS, obtenida a partir de un receptor 56 cerca del emplazamiento de célula o zona de servicio celular que está comunicándose con el receptor móvil de GPS a través del sistema de comunicación basada en células, proporcionará información de corrección diferencial de GPS que es adecuada para la ubicación aproximada del receptor móvil de GPS. En otros casos, las correcciones diferenciales desde la red 62 pueden combinarse para calcular una corrección diferencial adecuada para la ubicación del receptor de GPS.

La **Figura 4** muestra un sistema combinado generalizado que incluye un receptor de SPS y un transceptor de sistema de comunicación. En un ejemplo, el transceptor de sistema de comunicación es un teléfono celular. El sistema 75 incluye un receptor 76 de SPS que tiene una antena 77 de SPS y un transceptor 78 de comunicación que tiene una antena 79 de comunicación. El receptor 76 de SPS está acoplado al transceptor 78 de comunicación a través de la conexión 80 mostrada en la **Figura 4**. En una modalidad de funcionamiento, el transceptor 78 de sistema de comunicación recibe información de Doppler aproximada a través de la antena 79 y proporciona esta información de Doppler aproximada por el enlace 80 al receptor 76 de GPS que realiza la determinación de la pseudodistancia recibiendo las señales de SPS desde los satélites de SPS a través de la antena 77 de SPS. Las pseudodistancias determinadas se transmiten entonces a un servidor de ubicación de SPS a través del transceptor 78 de sistema de comunicación. Normalmente, el transceptor 78 de sistema de comunicación envía una señal a través de la antena 79 a un emplazamiento de célula que transfiere entonces esta información de vuelta al servidor de ubicación de SPS. Se conocen en la técnica ejemplos de diversas realizaciones para el sistema 75. Por ejemplo, la patente estadounidense 5.663.734 describe un ejemplo de un receptor de SPS y un sistema de comunicación combinados que utiliza un sistema de receptor de SPS mejorado. Otro ejemplo de un SPS y un sistema de comunicación combinados se ha descrito en la Solicitud con N° de Serie 08 / 652.833, que fue depositada, conjuntamente con la presente, el 23 de mayo de 1996. El sistema 75 de la **Figura 4**, así como diversos sistemas de comunicación alternativos que tienen receptores de SPS, pondrán normalmente una marca de tiempo con el tiempo de la recepción de un mensaje en la unidad móvil y con el tiempo de transmisión de un mensaje desde la unidad móvil. En particular, el sistema 75 puede usar tiempo de GPS (recibido desde los satélites de GPS) o usar tiempo a partir de transmisiones de CDMA (en una realización preferida) para poner una marca de tiempo con el tiempo de recepción en la unidad móvil de un mensaje y con el tiempo de transmisión de otro mensaje desde la unidad móvil. Como alternativa, debido a que una señal de CDMA es una señal de espectro ensanchado (DSSS), el sistema 75 puede obtener el tiempo de propagación de una señal unidireccional desensanchando la señal recibida para proporcionar una pseudodistancia celular. La señal de CDMA generada por un emplazamiento de célula de CDMA se sincroniza con el tiempo de GPS, y tiene tanto una modulación de datos como de código de espectro ensanchado. La modulación de código de espectro ensanchado permite a un receptor celular de CDMA determinar de manera precisa, a través de una operación de correlación, el tiempo de propagación de una señal de CDMA y la modulación de datos proporciona el tiempo de transmisión. En una realización preferida, el tiempo de recepción de un mensaje en la unidad móvil y el tiempo de transmisión de otro mensaje desde la unidad móvil se determinan en la unidad móvil y se transmiten desde la unidad móvil a un servidor de ubicación de GPS a través de un emplazamiento de célula. Estos tiempos se usarán entonces en el servidor de ubicación de GPS (junto con los tiempos correspondientes desde el emplazamiento de célula) para determinar una pseudodistancia celular para un mensaje.

La **Figura 5** muestra una realización para una estación de referencia de GPS. Debe apreciarse que cada estación de referencia puede estar construida de este modo y acoplada a la red o medio de comunicación. Normalmente, cada estación de referencia de GPS, tal como la estación 90 de referencia de GPS de la **Figura 5**, incluirá un receptor 92 de referencia de GPS de frecuencia dual que está acoplado a una antena 91 de GPS que recibe señales de GPS desde satélites de GPS a la vista de la antena 91. Los receptores de referencia de GPS se conocen bien en la técnica. El receptor 92 de referencia de GPS, según un ejemplo, proporciona al menos dos tipos de información como salidas desde el receptor 92. Se proporcionan salidas de pseudodistancia y / o correcciones 93 diferenciales de

seudodistancia a una interfaz 95 de procesador y red, y estas salidas de pseudodistancia se usan para calcular correcciones diferenciales de pseudodistancia de la manera convencional para los satélites a la vista de la antena 91 de GPS. La interfaz 95 de procesador y red puede ser un sistema informático digital convencional que tiene interfaces para recibir datos desde un receptor de referencia de GPS, como es bien conocido en la técnica. El procesador 95 normalmente incluirá software diseñado para procesar los datos de pseudodistancia, para determinar la corrección de pseudodistancia adecuada para cada satélite a la vista de la antena 91 de GPS. Estas correcciones de pseudodistancia se transmiten entonces a través de la interfaz de red a la red o medio 96 de comunicación con el cual otras estaciones de referencia de GPS también están acopladas normalmente. El receptor 92 de referencia de GPS también proporciona una salida 94 de datos de efemérides de satélite. Estos datos se proporcionan a la interfaz 95 de procesador y red que entonces transmite estos datos a la red 96 de comunicación, que se incluye en la red 111 de referencia de GPS de la **Figura 2**.

La salida 94 de datos de efemérides de satélite proporciona normalmente al menos parte de la totalidad de los datos binarios de navegación de 50 baudios sin procesar, codificados en las señales efectivas de GPS recibidas desde cada satélite de GPS. Estos datos de efemérides de satélite son parte del mensaje de navegación que se emite como el flujo de datos de 50 bits por segundo en las señales de GPS desde los satélites de GPS, y se describe en gran detalle en el documento GPS ICD-200. La interfaz 95 de procesador y red recibe esta salida 94 de datos de efemérides de satélite y la transmite en tiempo real o casi en tiempo real a la red 96 de comunicación. Como se describirá a continuación, estos datos de efemérides de satélite que se transmiten en la red de comunicación se reciben posteriormente a través de la red en diversos servidores de ubicación del GPS, según aspectos de la presente invención.

En ciertos ejemplos, sólo determinados segmentos del mensaje de navegación, tales como el mensaje de datos de efemérides de satélite, pueden enviarse a los servidores de ubicación para reducir los requisitos de ancho de banda para las interfaces de red y para la red de comunicación. Normalmente también, puede que no sea necesario proporcionar estos datos de manera continua. Por ejemplo, puede que sólo se transmitan de manera regular las primeras tres tramas que contienen información de efemérides, en lugar de la totalidad de las 5 tramas juntas, en la red 96 de comunicación. Se observará que, en un ejemplo, el servidor de ubicación puede recibir todo el mensaje de navegación que se transmite desde uno o más receptores de referencia de GPS en la red para realizar un procedimiento para medir el tiempo relativo a los mensajes de datos de satélite, tal como el procedimiento descrito en la Solicitud de Patente Estadounidense con N° de Serie 08 / 794.649, que fue depositada, conjuntamente con la presente, el 3 de febrero de 1997, por Norman F. Krasner. Como se usa en el presente documento, el término "datos de efemérides de satélite" incluye datos que son sólo una parte del mensaje de navegación por satélite (por ejemplo, un mensaje de 50 baudios) transmitido por un satélite de GPS, o al menos una representación matemática de estos datos de efemérides de satélite. Por ejemplo, el término datos de efemérides de satélite se refiere a, al menos, una representación de una parte del mensaje de datos de 50 baudios codificado en la señal de GPS transmitida desde un satélite de GPS. Se entenderá también que el receptor 92 de referencia de GPS descodificó las diferentes señales de GPS a partir de los diferentes satélites de GPS a la vista del receptor 92 de referencia, a fin de proporcionar la salida 94 de datos binarios que contiene los datos de efemérides de satélite.

La **Figura 6** muestra un ejemplo de un procedimiento en el que se usan mensajes en una señal de comunicación basada en células para proporcionar mediciones de tiempo que pueden usarse para aumentar mediciones de tiempo desde sistemas de localización por satélite, tal como el sistema GPS. En el presente ejemplo, los mensajes en las señales de comunicación basada en células no son señales de navegación insertadas que especifican una posición del transmisor, o son señales de tipo GPS. En cambio, estos mensajes pueden ser datos arbitrarios, tales como mensajes de voz o datos, y los mensajes pueden comunicarse normalmente de manera bidireccional entre el sistema de comunicación móvil y el transceptor basado en células, o emplazamiento de célula. Estos mensajes pueden, por ejemplo, ser de Doppler u otra información de ayuda (por ejemplo, ubicación o tiempo aproximados) proporcionada desde el emplazamiento de célula al sistema integrado móvil de comunicación / receptor de GPS, o puede ser la llamada de teléfono 911 desde un sistema integrado de comunicación / receptor de GPS, o pueden ser las pseudodistancias a satélites de GPS determinadas por el receptor de GPS, que están siendo comunicadas desde la unidad móvil de vuelta al emplazamiento de célula y finalmente a un servidor de ubicación, como en un ejemplo. De este modo, estos mensajes son capaces, normalmente, de comunicación bidireccional y pueden ser datos arbitrarios, y no son señales de navegación insertadas.

El procedimiento según se muestra en la **Figura 6** comienza en la etapa 201, en la que las señales de GPS se reciben en el sistema integrado móvil de comunicación / receptor de GPS y se determinan las pseudodistancias a al menos un satélite de GPS. Esta pseudodistancia representa un tiempo de propagación de una señal de GPS desde un satélite de GPS al receptor móvil de GPS. En la etapa 203, tiene lugar una transmisión de un mensaje en las señales de comunicación inalámbrica basada en células. A partir de esta transmisión, en la etapa 205, se determina una medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de un mensaje en las señales de comunicación inalámbrica basada en células entre el sistema de comunicación en el sistema integrado de comunicación / receptor de GPS y un transceptor inalámbrico basado en células en el primer emplazamiento de célula. Si el sistema integrado móvil de comunicación / receptor de GPS puede comunicarse con varios emplazamientos de célula, entonces pueden determinarse diversas mediciones de tiempo que representan los tiempos de propagación de los mensajes entre la unidad móvil y varios emplazamientos de célula. El mismo mensaje, o diferentes mensajes,

pueden enviarse entre la unidad móvil y diversos emplazamientos de célula, y pueden obtenerse las mediciones de tiempo a partir de estos mensajes. Estas mediciones de tiempo pueden denominarse seudodistancias celulares o seudodistancias basadas en células. Tener diversas seudodistancias celulares tenderá a aumentar la probabilidad de tener una determinación de posición tridimensional, particularmente si pueden determinarse también las seudodistancias a al menos dos satélites de GPS.

En la etapa 207, se determinan las posiciones de los satélites de GPS en el momento de la recopilación de los datos para determinar las seudodistancias de satélite y la posición de los transceptores inalámbricos basados en células. Estos datos de posición se usarán con los datos de seudodistancia para determinar la posición de la unidad móvil. En la etapa 209, se determina la posición del receptor de GPS que está integrado con el sistema de comunicación, a partir de al menos la seudodistancia a al menos un satélite de GPS y a partir de las mediciones de tiempo del mensaje en las señales de comunicación inalámbrica basada en células y a partir de los datos de efemérides de satélite de GPS y la posición de un transceptor inalámbrico basado en células que estaba en comunicación con el sistema de comunicación de la unidad integrada móvil. Normalmente, la posición se determina basándose en información adicional, tal como otra seudodistancia a otro satélite de GPS u otra seudodistancia celular, tal como otra medición de tiempo de un mensaje en las señales inalámbricas basadas en células entre el sistema de comunicación y otro transceptor inalámbrico basado en células. Se observará que donde existe superposición celular entre células y donde el sistema de comunicación puede comunicarse con dos emplazamientos de célula, y donde se han adquirido dos satélites de GPS y se han determinado sus seudodistancias, se dispone de cuatro seudodistancias para su uso en la determinación de la posición de la unidad móvil.

En un ejemplo, la propia unidad móvil puede determinar su posición recibiendo los datos de efemérides de satélite desde los satélites de GPS o desde otra fuente (por ejemplo, a través de señales de comunicación basada en células), recibiendo o determinando las seudodistancias de satélite y celulares, y usando una base de datos local que especifica la posición de un emplazamiento de célula, o emplazamientos de célula, particulares, con los que está comunicando los mensajes en el sistema de comunicación inalámbrica basada en células. En un ejemplo alternativo, se usa una arquitectura de cliente-servidor en la que las mediciones de seudodistancia se transmiten a un servidor de ubicación, y el servidor de ubicación recibe los datos de efemérides de satélite y también recibe, o determina de otro modo, la posición de los emplazamientos de célula que están comunicándose con el sistema de comunicación en la unidad integrada móvil.

Antes de describir otro ejemplo, es deseable identificar las incógnitas del sistema de modo que pueda considerarse el mínimo conjunto de mediciones y la combinación de las mismas.

En lo que concierne a un receptor de SPS remoto, las incógnitas son el error de reloj de receptor $t(\text{SPS_rcvr})$, y (x, y, z) para localización tridimensional, o (x, y) para localización bidimensional. En lo que concierne a un transceptor de emplazamiento de célula, la incógnita es el error de reloj de transceptor $t(\text{cell_rcvr})$. Los transceptores de emplazamiento de célula deben estar sincronizados con algún tiempo de sistema común, ya sea de GPS o algún otro tiempo que sea útil en la aplicación del cálculo de distancias. Con independencia del tiempo de referencia elegido, las estaciones base de emplazamiento de célula no pueden sincronizarse de manera perfecta. Cualquier error de temporización de sincronización de base de célula da como resultado los errores de seudodistancia celular (1 nanosegundo de error de sincronismo equivale a 1 pie (30,48 cm) de error de cálculo de distancias, suponiendo que la señal se propaga a la velocidad de la luz). Sin embargo, en la obtención de un conjunto mínimo de mediciones a continuación, se supondrá que la sincronización entre transceptores de base de célula es perfecta. Se supone que la ubicación de una antena de transceptor en el emplazamiento de célula se conoce con precisión. Cualquier error en la ubicación de antena se traduce en un error de seudodistancia celular.

En primer lugar se considera la localización bidimensional. La localización tridimensional es una simple extensión de un caso bidimensional.

En el caso de una situación de transceptores de estación base de célula sincronizados con el tiempo del sistema GPS, existe un total de tres incógnitas: dos errores espaciales $(x$ e $y)$ y un error temporal. Existe sólo un error temporal, puesto que el reloj de transceptor de estación base $t(\text{cell_trcvr})$ y el reloj de receptor de SPS $t(\text{SPS_rcvr})$ están subordinados al tiempo de referencia común. Otra forma de enfocar esto es considerar la seudodistancia celular, que es el tiempo de propagación o diferencia de dos tiempos medidos por los relojes de receptor de SPS y de transceptor celular, ambos sincronizados con una fuente de tiempo común (tiempo del sistema GPS). Tres incógnitas requieren tres mediciones independientes: una combinación de i seudodistancias de SPS y j seudodistancias celulares, en donde $i + j$ es mayor que o igual a 3. El ejemplo preferido es comunicarse con al menos una estación base celular para cumplir los requisitos del enlace de comunicación en el enfoque arquitectónico de servidor / cliente, y la aplicación de 911 mejorada en particular. Cada seudodistancia celular independiente requiere un transceptor de base de célula que produzca una medición de tiempo. De este modo, i seudodistancias celulares significa i estaciones base celulares independientes realizando i mediciones de tiempo.

En el caso de una situación de transceptores de estación base de célula sincronizados con tiempo de sistema no del GPS, existen un total de cuatro incógnitas: dos errores espaciales $(x$ e $y)$ y dos errores temporales (el error $t(\text{cell_trcvr})$ de reloj de transceptor y el error $t(\text{SPS_rcvr})$ de reloj de receptor de SPS).

Cuatro incógnitas requieren cuatro mediciones independientes: una combinación de i pseudodistancias de SPS y j pseudodistancias celulares, en donde $i + j$ es mayor que o igual a 4. Por ejemplo, en el enfoque de superposición de TDOA, cada medición de TDOA celular independiente requiere un par de transceptores de estación base de célula que generan mediciones de tiempo. De este modo, i pseudodistancias celulares significa $i+1$ estaciones base celulares independientes que realizan $i+1$ mediciones de tiempo.

Para la localización tridimensional, puesto que existe una incógnita añadida z , existe una necesidad de una medición independiente adicional. Esta medición puede ser una pseudodistancia celular o de SPS adicional, o una medición basada en alguna estimación de la altitud dentro de la zona de interés (ayuda por altitud).

Otro ejemplo de un procedimiento se describirá ahora haciendo referencia a las **Figuras 7A y 7B**. En este ejemplo, la unidad integrada móvil puede ser un teléfono celular / receptor de GPS integrado que usa un protocolo de señales de comunicación basada en células de tipo CDMA. De este modo, el tiempo de recepción de un mensaje en la unidad móvil puede obtenerse a partir de las propias señales de CDMA y el tiempo de transmisión de un mensaje desde la unidad móvil puede también obtenerse a partir de las señales de CDMA. Un emplazamiento de célula puede usar o bien las señales de CDMA para obtener el tiempo de recepción de un mensaje en el emplazamiento de célula, o bien el tiempo de transmisión de un mensaje desde el emplazamiento de célula, o bien puede usar el tiempo de GPS obtenido a partir de un receptor de referencia de GPS acoplado al emplazamiento de célula. El procedimiento mostrado en las **Figuras 7A y 7B** comienza en la etapa 302, en la que un mensaje de 911 se transmite desde el teléfono celular a un transceptor inalámbrico basado en células (en el emplazamiento de célula). Este mensaje de 911 se produce normalmente porque un usuario marca 911 en el teléfono celular. El tiempo de transmisión de este mensaje de 911 se registra en el teléfono celular y este tiempo se transmite normalmente desde el teléfono celular a la estación base o emplazamiento de célula. En la etapa 304, el mensaje de 911 se recibe en el transceptor inalámbrico basado en células y el tiempo de recepción de este mensaje se registra también. El tiempo de la transmisión que se transmite al transceptor inalámbrico basado en células, y el tiempo de recepción del mensaje que se registra en el transceptor inalámbrico basado en células, se usa para determinar una pseudodistancia celular para este mensaje de 911, y estos tiempos se remiten normalmente a un servidor de ubicación del GPS que determinará la pseudodistancia celular. En la etapa 306, un servidor de ubicación del GPS recibe la petición de 911 y determina la información de ayuda para la operación de ubicación del GPS. En un ejemplo, esta información de ayuda puede incluir información de Doppler para satélites a la vista basándose en la ubicación del emplazamiento de célula y una especificación de los satélites a la vista. El servidor transmite esta información de ayuda a través del emplazamiento de célula (el transceptor inalámbrico basado en células) al receptor del teléfono / GPS móvil. El emplazamiento de célula registra el tiempo de transmisión de esta información de ayuda. El tiempo registrado se usará junto con el tiempo de recepción en la unidad móvil de la información de ayuda para determinar otra pseudodistancia celular que pueda usarse para determinar la distancia entre este emplazamiento de célula particular y la unidad móvil. Se observará que esta pseudodistancia celular puede promediarse con otras pseudodistancias celulares entre el mismo emplazamiento de célula y la unidad móvil.

En la etapa 308, el receptor del teléfono / GPS móvil recibe la información de ayuda y registra el tiempo de recepción de esta información de ayuda. El tiempo de recepción puede obtenerse a partir de información de tiempo en las señales de CDMA, o bien puede obtenerse a partir de la información de tiempo en señales de GPS si la unidad móvil puede leer estas señales de tiempo a partir de las señales de GPS desde los satélites de GPS. En la etapa 310, la unidad móvil recibe señales de satélite de GPS y registra el tiempo de recepción de estas señales. La unidad móvil puede registrar el tiempo de recepción de estas señales a partir de la información de tiempo en la señal de CDMA, o bien en las señales de tiempo de GPS en las propias señales de GPS. La unidad móvil determina también, en un ejemplo, al menos una pseudodistancia de satélite si pueden obtenerse señales adecuadas desde un satélite de GPS. Como alternativa, las señales de GPS pueden recopilarse y almacenarse en memoria intermedia y transmitirse (con una marca de tiempo) al servidor de ubicación que determina las pseudodistancias. En la etapa 312, la unidad móvil transmite las pseudodistancias de satélite que ha determinado para los diversos satélites que están a la vista, y determina el tiempo de transmisión de estas pseudodistancias y transmite este tiempo al emplazamiento de célula, que remitirá este tiempo a un servidor de ubicación. En la etapa 314, el transceptor inalámbrico basado en células recibe las pseudodistancias de satélite y el tiempo de recopilación de estas pseudodistancias, y también el tiempo de transmisión de las pseudodistancias, y registra también el tiempo de recepción de las pseudodistancias a partir del tiempo de GPS obtenido en el transceptor basado en células. Esta información se remite luego al servidor de localización que realizará el resto de los cálculos requeridos para determinar la posición de la unidad móvil. En la etapa 316, el servidor de ubicación determina al menos una pseudodistancia celular que representa un tiempo de propagación de un mensaje en las señales de comunicación inalámbrica basada en células entre el teléfono celular en el receptor del teléfono celular / GPS integrado y el transceptor inalámbrico basado en células. Estas pseudodistancias celulares se determinan a partir de los tiempos de transmisión y recepción de un mensaje particular insertado en las señales de comunicación celular. En la etapa 318 el servidor de ubicación determina la posición de satélites y la posición de los transceptores inalámbricos basados en células que estaban en comunicación con la unidad móvil. La posición de los satélites de GPS puede determinarse desde la red de referencia de GPS o desde un receptor de referencia optativo de GPS en el servidor de ubicación. La posición de los transceptores inalámbricos basados en células que se comunicaban con la unidad móvil puede obtenerse a partir de una base de datos que especifica una posición para cada transceptor inalámbrico basado en células en el sistema.

5 En la etapa 320, el servidor de ubicación determina entonces la posición del receptor de GPS / teléfono celular a partir de al menos las seudodistancias al satélite de GPS y las seudodistancias celulares, y la posición de los satélites de GPS y la posición de los transceptores inalámbricos basados en células y, normalmente, al menos una información adicional. Si sólo puede obtenerse una seudodistancia a un satélite de GPS, la posición (en dos dimensiones) de la unidad móvil puede aún determinarse usando dos seudodistancias celulares. Cuando pueden obtenerse dos seudodistancias de satélite, entonces una seudodistancia celular en combinación con otra seudodistancia celular puede proporcionar una determinación de posición tridimensional.

10 Aunque los procedimientos y aparato de las realizaciones de la presente invención se han descrito con referencia a satélites de GPS, se observará que las enseñanzas pueden aplicarse igualmente a sistemas de localización que utilizan seudosatélites, o una combinación de satélites y seudosatélites. Los seudosatélites son transmisores con base terrestre que emiten un código de PN (pseudo-ruido) pseudoaleatorio (similar a una señal de GPS) modulado sobre una señal de portadora de banda L, sincronizada en general con el tiempo de GPS. Puede asignarse a cada transmisor un código de PN único para permitir la identificación por un receptor remoto. Los seudosatélites son útiles en situaciones en las que las señales de GPS desde un satélite en órbita podrían no estar disponibles, tales como túneles, minas, edificios u otras zonas cerradas. Se pretende que el término "satélite", según se usa en el presente documento, incluya seudosatélites o equivalentes de seudosatélites, y se pretende que el término señales de GPS, según se usa en el presente documento, incluya señales de tipo GPS desde seudosatélites o equivalentes de seudosatélites.

20 En la explicación anterior, se ha descrito la invención con referencia a la aplicación en el sistema de satélites de localización global (GPS) de los Estados Unidos. Debería ser evidente, sin embargo, que estos procedimientos pueden aplicarse por igual a sistemas similares de localización por satélite y, en particular, al sistema Glonass ruso. El sistema Glonass se diferencia principalmente del sistema GPS en que las emisiones desde satélites diferentes se diferencian entre sí utilizando frecuencias de portadora ligeramente diferentes, en lugar de utilizar códigos pseudoaleatorios diferentes. El término "GPS" usado en el presente documento incluye tales sistemas alternativos de localización por satélite, incluyendo el sistema Glonass ruso.

25

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de procesamiento de información de posición en un dispositivo móvil que comprende un receptor de SPS y un transceptor (102b, 103b, 104b) de sistema de comunicación en un sistema de comunicación celular, comprendiendo dicho procedimiento:
 - 5 determinar una primera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de un mensaje en una señal de comunicación entre dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b) y al menos un transceptor (102a, 103a, 104a) inalámbrico basado en células en una ubicación conocida en el sistema de comunicación celular;

determinar una segunda medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de señales del sistema de localización por satélite (SPS) recibidas por dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b); y
 - 10 permitir que se determine una posición de dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b) usando dicha primera medición de tiempo, dicha segunda medición de tiempo y una medición independiente adicional para la eliminación del error de reloj inalámbrico-a-SPS, ya sea:

enviando al menos una entre dicha primera medición de tiempo y dicha segunda medición de tiempo a dicho(s) transceptor(es) (102a, 103a, 104a) inalámbrico(s) basado(s) en células; o bien
 - 15 recibiendo desde dicho(s) transceptor(es) (102a, 103a, 104a) inalámbrico(s) basado(s) en células información requerida para determinar dicha primera medición de tiempo;

o

determinando dicha información en dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b).
- 20 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente determinar dicha posición de dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b).
- 25 3. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el cual dicha segunda medición de tiempo comprende una pseudodistancia a al menos un satélite, y comprende adicionalmente transmitir dicha pseudodistancia y dicha primera medición de tiempo a dicho(s) transceptor(es) inalámbrico(s) (102a, 103a, 104a) basado(s) en células, que transmite(n) dicha pseudodistancia y dicha primera medición de tiempo a un sistema que determina dicha posición de dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b).
- 30 4. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el cual un tiempo de transmisión de dicha comunicación y un tiempo de recepción de dicha comunicación determinan dicha primera medición de tiempo.
- 30 5. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el cual dicha posición de dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b) se determina a partir de dicha primera medición de tiempo, dicha segunda medición de tiempo y una tercera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de las señales de SPS desde otro satélite del SPS a dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b).
- 35 6. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el cual un tiempo de recepción, que representa un tiempo de recepción de señales del SPS en dicho dispositivo móvil (102b, 103b, 104b), se determina a partir de señales del SPS, de un único satélite del SPS, que tenga una cantidad mínima de atenuación de señal.
- 35 7. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el cual dicha comunicación comprende información de Doppler de satélites a la vista de dicho dispositivo móvil.
- 35 8. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el cual dicha comunicación comprende una pseudodistancia a al menos un satélite.
- 40 9. Un aparato para procesar información de posición en un dispositivo móvil que comprende un receptor de SPS y un transceptor (102b, 103b, 104b) de sistema de comunicación en un sistema de comunicación celular, comprendiendo dicho aparato:
 - 45 medios para determinar una primera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de un mensaje en una señal de comunicación entre dicho aparato y al menos un transceptor inalámbrico (102a, 103a, 104a) basado en células en una ubicación conocida en el sistema de comunicación celular;

medios para determinar una segunda medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de señales del sistema de localización por satélite (SPS) recibidas por dicho aparato; y

medios para permitir que se determine una posición de dicho aparato usando dicha primera medición de tiempo, dicha segunda medición de tiempo y una medición adicional independiente para la eliminación del error de reloj inalámbrico-a-SPS, ya sea;

enviando al menos una entre dicha primera medición de tiempo y dicha segunda medición de tiempo a dicho(s) transceptor(es) (102a, 103a, 104a) inalámbrico(s) basado(s) en células; o bien

recibiendo desde dicho(s) transceptor(es) (102a, 103a, 104a) inalámbrico(s) basado(s) en células información requerida para determinar dicha primera medición de tiempo;

5 o

determinando dicha información en dicho aparato.

10. Un aparato según la reivindicación 9, que comprende adicionalmente medios para determinar dicha posición de dicho aparato.

10 11. Un aparato según la reivindicación 9, en el cual dicha segunda medición de tiempo comprende una pseudodistancia a al menos un satélite, y que comprende adicionalmente medios para transmitir dicha pseudodistancia y dicha primera medición de tiempo a dicho(s) transceptor(es) inalámbrico(s) (102a, 103a, 104a) basado(s) en células, que transmite(n) dicha pseudodistancia y dicha primera medición de tiempo a un sistema que determina dicha posición de dicho aparato.

15 12. Un aparato según la reivindicación 9, en el cual un tiempo de transmisión de dicha comunicación y un tiempo de recepción de dicha comunicación determinan dicha primera medición de tiempo.

13. Un aparato según la reivindicación 9, en el cual dicha posición de dicho aparato se determina a partir de dicha primera medición de tiempo, dicha segunda medición de tiempo y una tercera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de señales del SPS desde otro satélite de SPS a dicho aparato.

20 14. Un aparato según la reivindicación 9, en el cual un tiempo de recepción de SPS, que representa un tiempo de recepción de señales de SPS en dicho aparato, es determinado a partir de señales de SPS, desde un único satélite de SPS, que tenga una cantidad mínima de atenuación de señal.

15. Un aparato según la reivindicación 9, en el cual dicha comunicación comprende información de Doppler de satélites a la vista de dicho aparato.

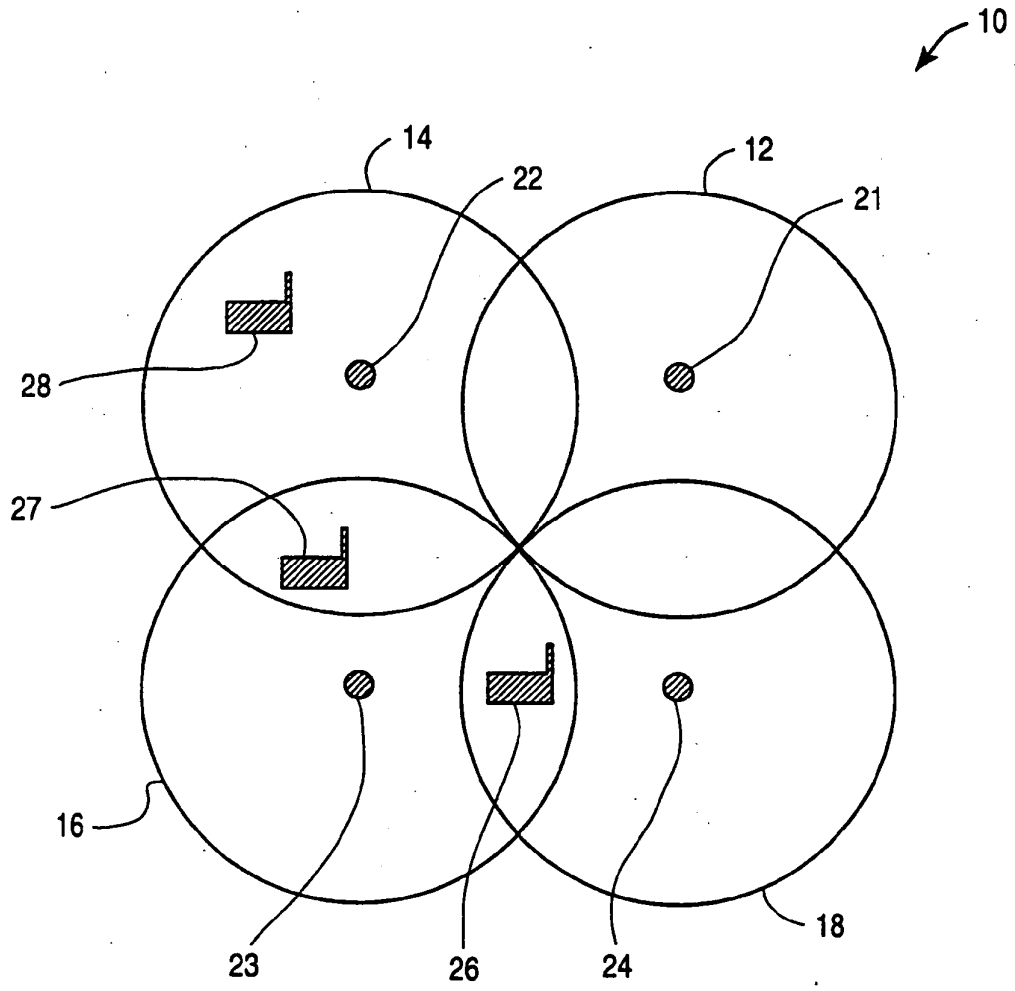


FIG. 1

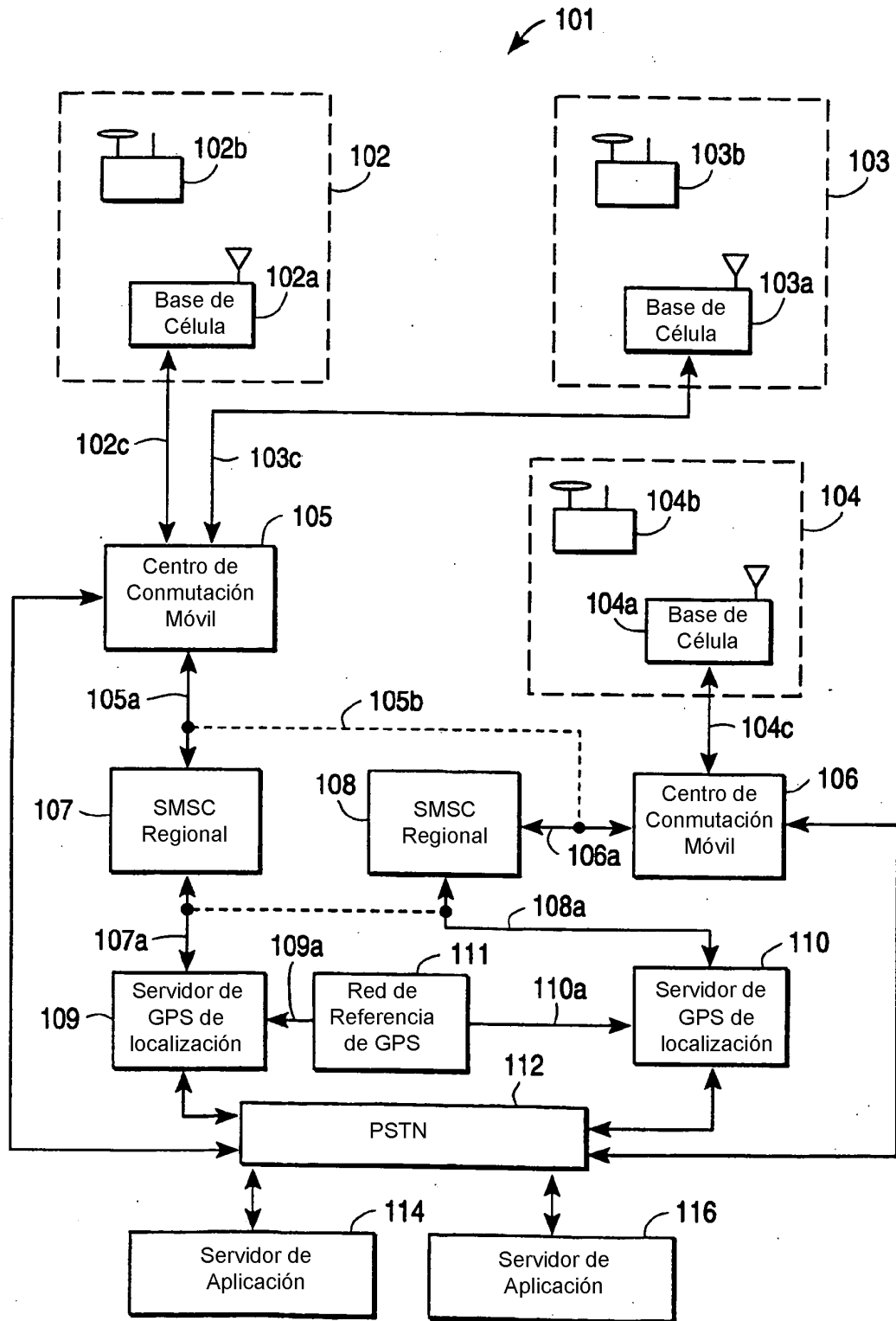


FIG. 2

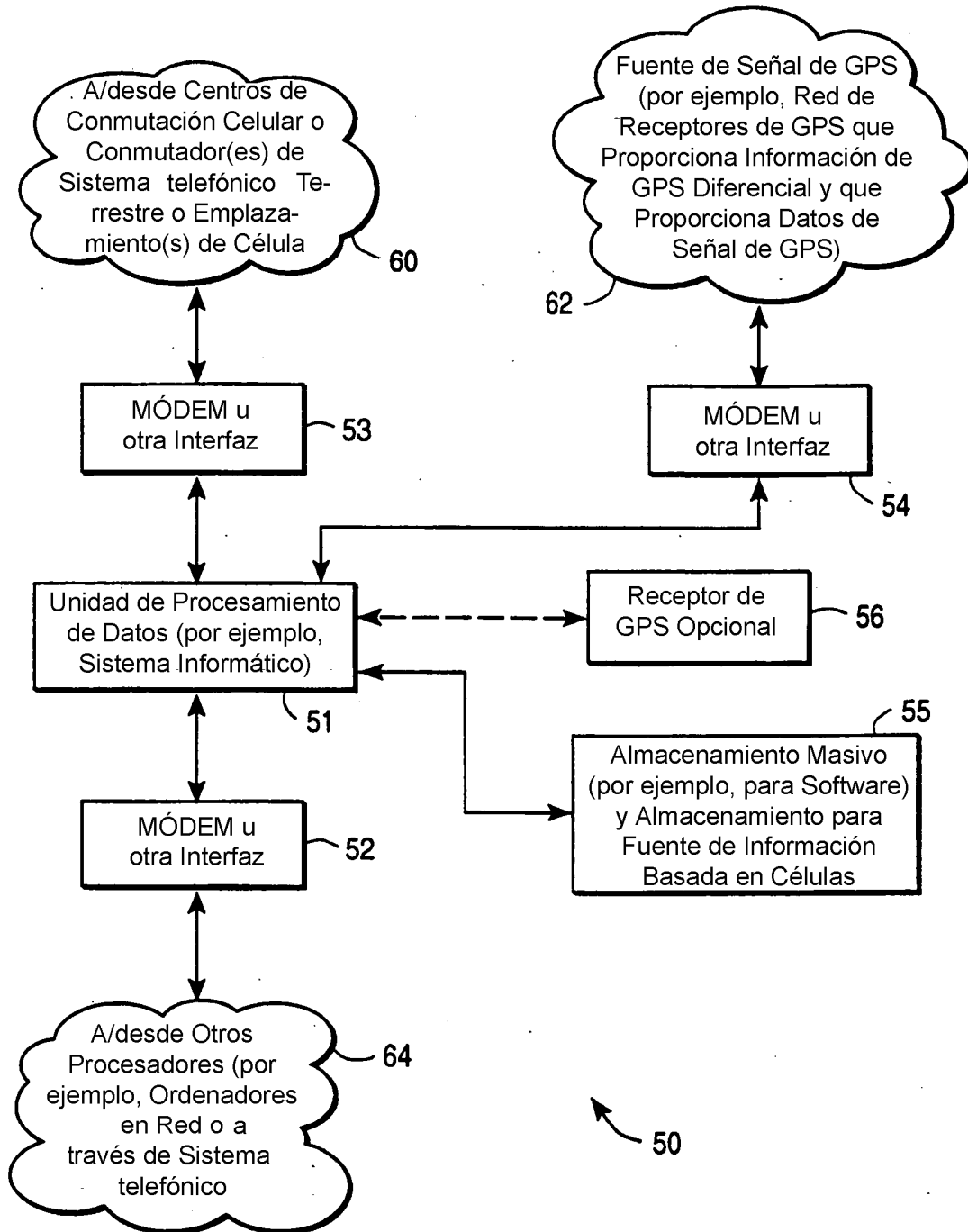


FIG. 3

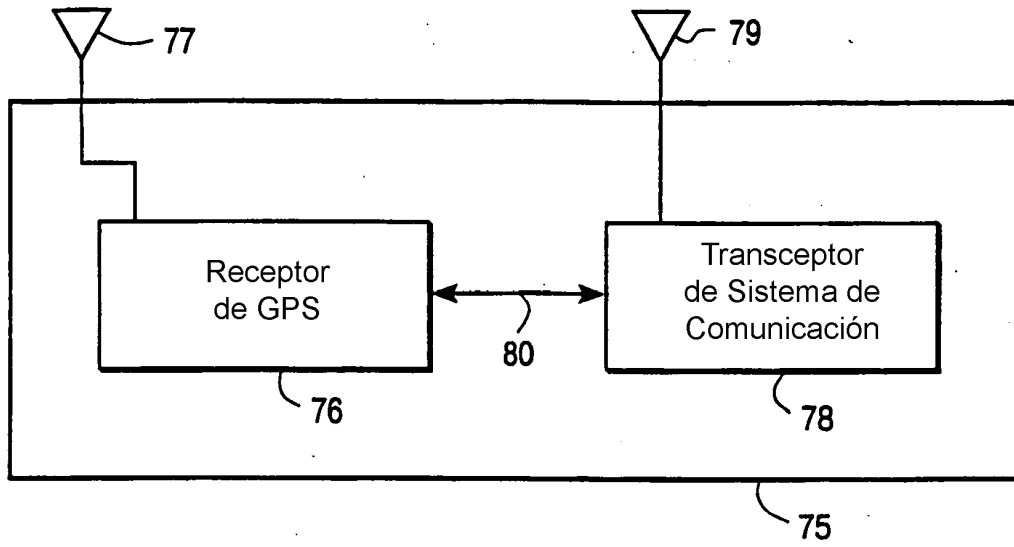


FIG. 4

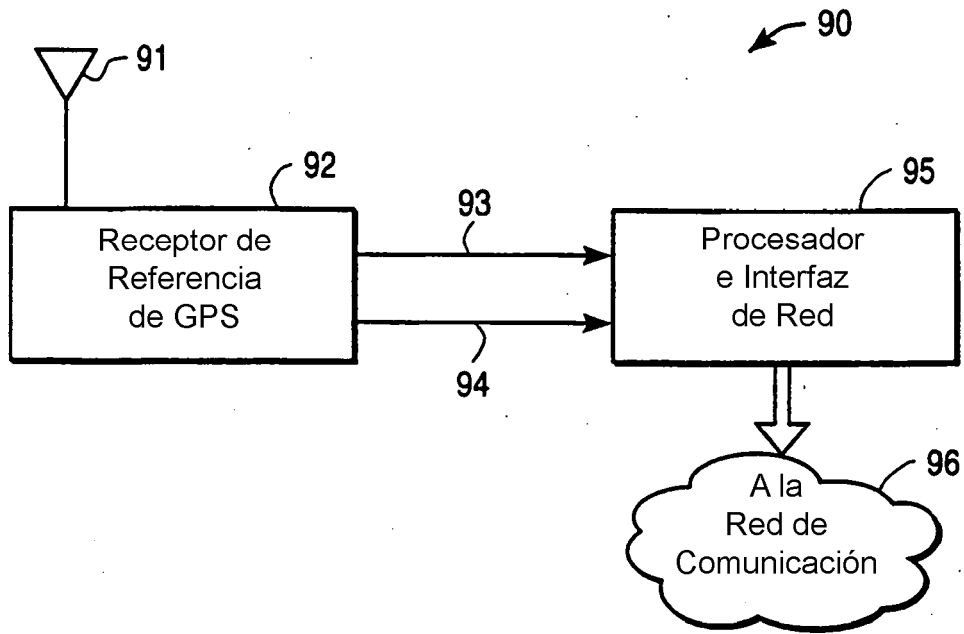


FIG. 5

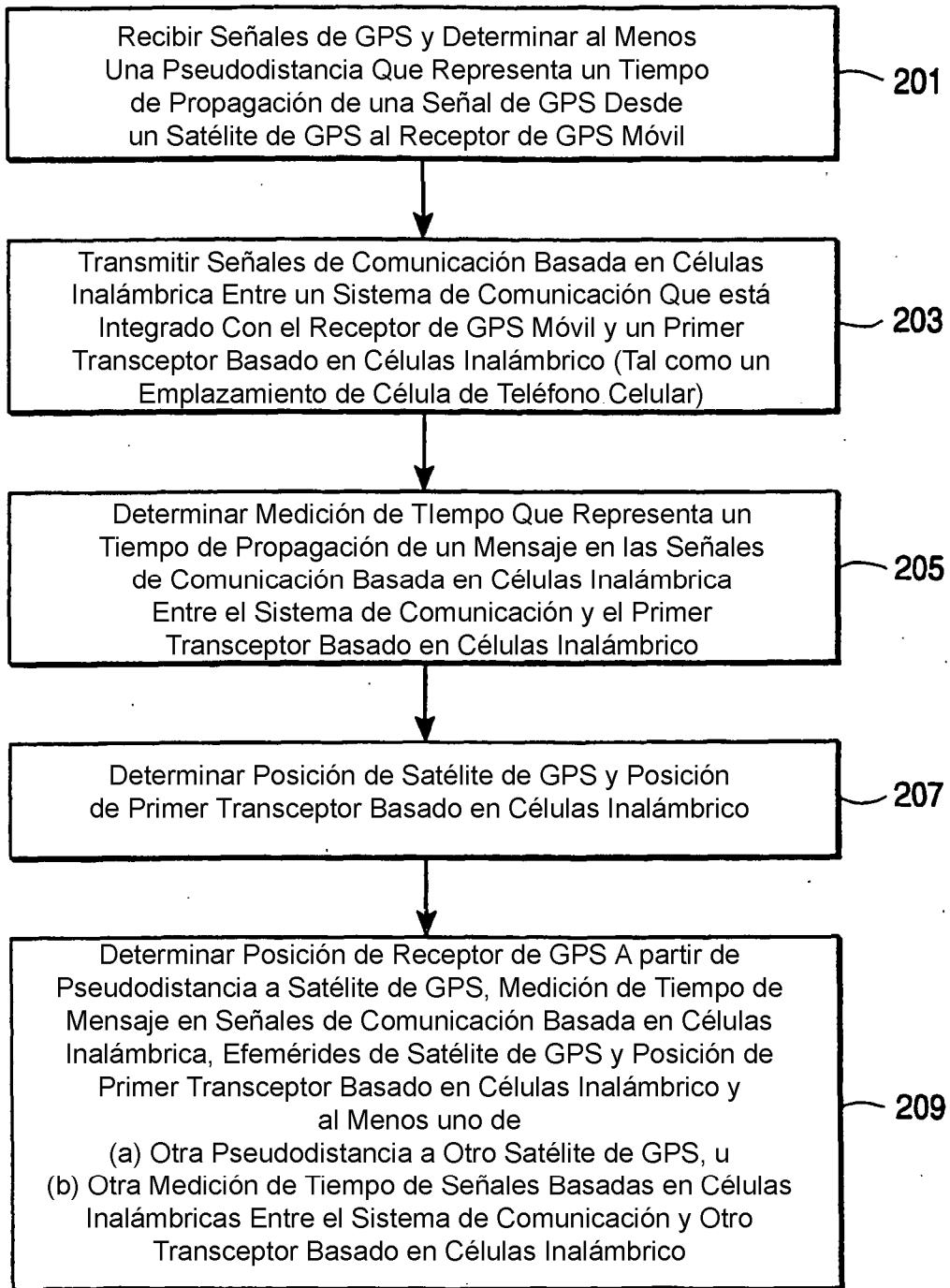


FIG. 6

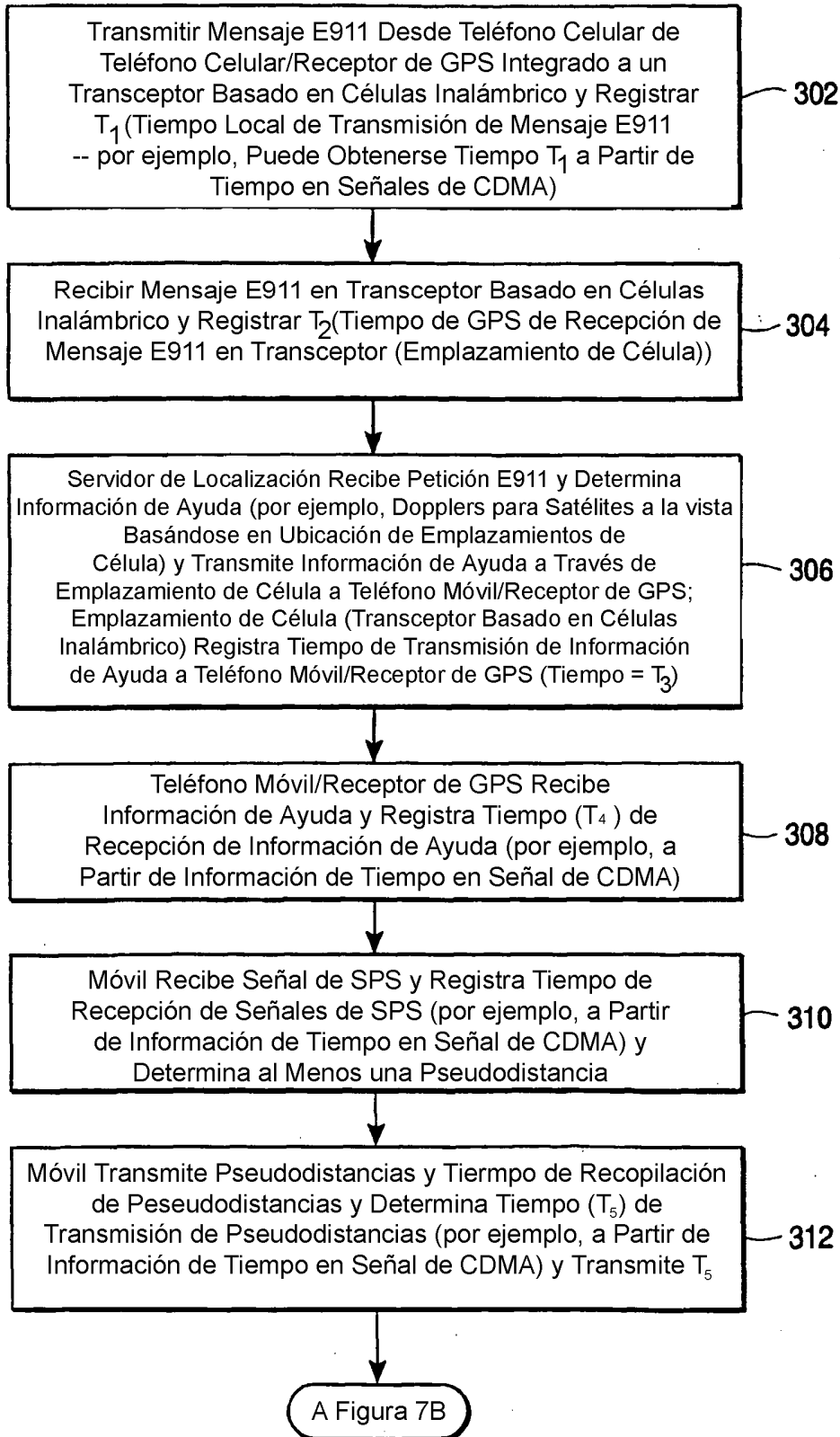


FIG. 7A

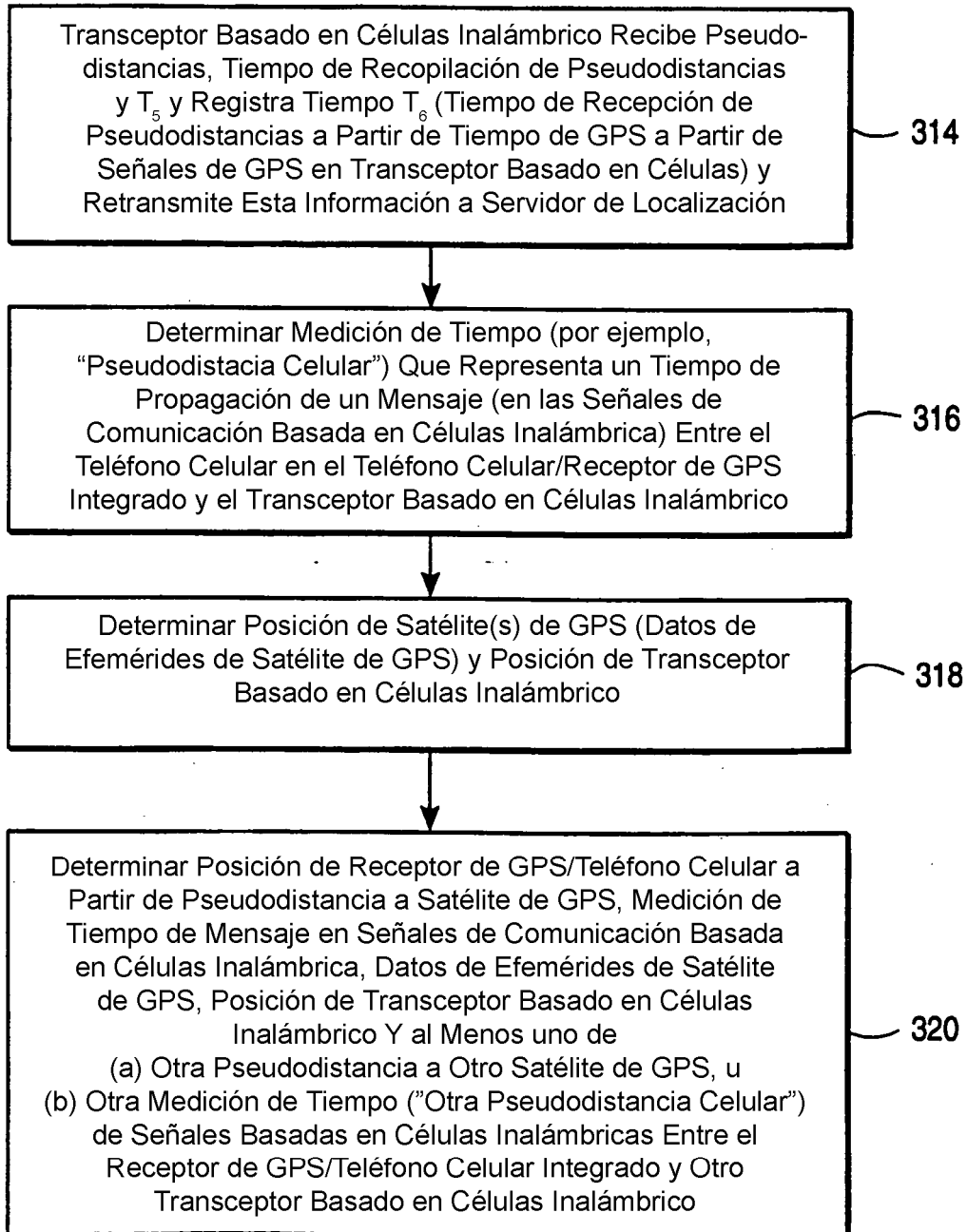


FIG. 7B