



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 322 682**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99918503 .6**

96 Fecha de presentación : **12.04.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1073913**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.02.2001**

54 Título: **Complementación de un sistema de posicionamiento por satélite con señales de comunicación inalámbrica.**

30 Prioridad: **22.04.1998 US 64673**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.06.2009

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

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

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

DESCRIPCIÓN

Complementación de un sistema de posicionamiento por satélite con señales de comunicación inalámbrica.

5 Antecedentes de la invención

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

10 Las comunicaciones inalámbricas están complementando rápidamente a las comunicaciones telefónicas convencionales. Los teléfonos móviles o teléfonos celulares, como se denominan a veces, inalámbricos son una forma de sistema de comunicación basada en células o celular. Estos sistemas pueden usarse en muchas ubicaciones diferentes. En 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
15 dispone de un servicio 911 mejorado. En este servicio, el centro de emergencias que recibe la llamada de manera automática desde el sistema telefónico, conoce el número de teléfono, la ubicación y la identidad de la parte que llama, sin que la parte que llama haya proporcionado 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 esta llamada. Una solución propuesta para proporcionar un
20 servicio 911 mejorado para teléfonos celulares es usar la superposición de las células en un sistema de comunicación basada 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 basada 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 transceptor basado en células inalámbrico respectivo
25 que se muestran como los transceptores 21, 22, 23, y 24. Estos transceptores transmiten y reciben señales de comunicación basada en células inalámbrica a y desde los sistemas de comunicación basada en células móvil inalámbrica, tal como los sistemas 26, 27, y 28 de comunicación móvil basada en células inalámbrica 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, de 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
30 (denominados también como emplazamientos de célula) 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 basado en células inalámbrico) 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 basada en células inalámbrica
35 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 de comunicación basada en células inalámbrica entre el sistema 27 móvil y el transceptor 23. Si se hacen determinadas suposiciones (tal como altitud aproximada) y se usa una técnica de ángulo de llegada (AOA), la posición de un sistema
40 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 basados en células inalámbricos diferentes 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 celular.
45 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, al final resulta que la superposición es normalmente demasiado pequeña entre las células
50 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 basado en células inalámbrico, 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
55 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 posicionamiento por satélite (SPS) tal como el sistema de posicionamiento global (GPS) en el mismo recinto o acoplado fuertemente con el sistema de comunicación. Numerosas referencias han descrito este enfoque en el que el sistema
60 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 basado en correlador convencional que a menudo tiene dificultad para recopilar señales de GPS desde satélites de GPS
65 suficientes 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 aún 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 podría transmitirse entonces 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 han insertado en difusiones de comunicación desde transmisores celulares y/o otros transmisores de estación base inalámbricos. 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 complementar o reemplazar las señales de GPS desde los satélites de GPS para proporcionar una posición. Aunque esta técnica descrita en la patente estadounidense 5,604,765 proporciona una ventaja respecto a un teléfono celular que usa solamente la superposición celular para realizar radioposicionamiento y también proporciona una ventaja respecto a una unidad móvil que usa solamente el sistema GPS para proporcionar una posición, esta técnica para 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 basada en células. La patente estadounidense n.º 5,327,144 describe otro sistema de posicionamiento 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 para 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.º 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 para medir la diferencia de tiempo en el tiempo de propagación de 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.º 5,612,703 describe un sistema de posicionamiento en un sistema de comunicaciones celulares basándose en mediciones de tiempo de señal de ida y vuelta. La patente estadounidense n.º 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. La patente estadounidense n.º 5,422,813 un sistema de posicionamiento de GPS/AM (amplitud modulada). Durante las interrupciones de servicio de las señales de GPS en un terminal móvil, se determina la posición del terminal usando señales de AM.

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

Sumario de la invención

La presente invención proporciona procedimientos y aparatos para procesar información de posición con un receptor de sistema de posicionamiento por satélite (SPS) y usando mediciones de tiempo de mensajes en una señal de comunicación basada en células como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

En un primer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para procesar información de posición en un sistema de procesamiento digital. Se determina una primera medición de tiempo, que representa un tiempo de propagación de un mensaje en señales de comunicación basada en células en un sistema de comunicación basada en células. El sistema de comunicación basada en células comprende un primer transceptor basado en células en una posición conocida que se comunica con el sistema de procesamiento digital y un transceptor de sistema de comunicación inalámbrica que se comunica de manera inalámbrica con el primer transceptor basado en células. Se determina una posición de un receptor de SPS a partir de, al menos, la primera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de señales de SPS recibidas en el receptor de SPS que está integrado con el transceptor de sistema de comunicación inalámbrica y está ubicado de manera remota respecto al primer transceptor basado en células y el sistema de procesamiento digital. La segunda medición de tiempo puede denominarse como una pseudodistancia a un satélite de SPS. Las señales de comunicación basada en células pueden comunicar mensajes desde el transceptor de sistema de comunicación inalámbrica al primer transceptor basado en células.

En un ejemplo particular de un procedimiento de la presente invención, las pseudodistancias a satélites de SPS y las pseudodistancias 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 basados en células inalámbricos (emplazamientos de célula) están en comunicación de radio (o pueden estar en comunicación de radio) con una unidad móvil, entonces efectivamente pueden usarse tres pseudodistancias para determinar la posición de la unidad móvil. La complementación del sistema de posicionamiento 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 GPS, en las señales de comunicación 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 para determinar las pseudodistancias celulares. Estos mensajes pueden ser el mensaje de 911 o mensajes de pseudodistancia que describen pseudodistancias 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 aspecto de la invención, un dispositivo integrado móvil incluye un receptor de SPS y un transceptor de sistema de comunicación inalámbrica. El receptor de SPS puede recibir señales de SPS y proporcionar datos (por ejemplo, pseudodistancias) 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 transceptor de sistema de comunicación inalámbrica que está acoplado al receptor de SPS, puede comunicarse de manera inalámbrica con un transceptor basado en células ubicado de manera remota y puede proporcionar datos (por ejemplo, un marca de tiempo o una pseudodistancia 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 transceptor de sistema de comunicación inalámbrica y el transceptor basado en células ubicado de manera remota. Las señales de comunicación basada en células pueden comunicar mensajes (por ejemplo, voz o datos) entre dicho transceptor de sistema de comunicación inalámbrica y dicho transceptor basado en células ubicado de manera remota. Una posición del dispositivo integrado móvil se determina a partir de una combinación de al menos la primera y la segunda mediciones de tiempo, 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 según la presente invención de un sistema de localización que utiliza un sistema de SPS en conjunción con un sistema de comunicación inalámbrica.

La figura 3 muestra un ejemplo de un servidor de localización que puede usarse según la presente invención.

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 que puede usarse en una realización de la presente invención.

La figura 6 muestra un ejemplo de un procedimiento según la presente invención.

Las figuras 7A y 7B ilustran otro ejemplo de un procedimiento según la presente invención.

Descripción detallada

La presente invención se refiere al uso de señales de comunicación basada en células para complementar la información de posición de satélite para determinar una ubicación de un receptor móvil que tiene un receptor de posicionamiento 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 una realización de la presente invención, un sistema según la invención consiste en dos elementos: (1) un sistema de posicionamiento por satélite, tal como GPS, y (2) un sistema de comunicación de radio inalámbrica desplegado en una configuración basada en células (a veces denominada como 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 de comunicación de radio inalámbrica basada en células es la señal de teléfono celular estadounidense (AMPS). Otros ejemplos de sistema 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 incluye emplazamientos base que transmiten y/o reciben señales y que están desplegados en una topología celular, para complementar los sistemas de posicionamiento por satélite, tal como el sistema GPS.

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 de comunicación inalámbrica/receptor de SPS integrado. 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 complementar las mediciones de pseudodistancia de satélite 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.

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

Si no se dispone de información de sincronismo precisa en el sistema de comunicación/receptor de SPS integrado móvil, entonces las mediciones de tiempo de llegada pueden retransmitirse a un servidor de localización 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 pueden usarse para obtener el sincronismo preciso de la transmisión y recepción de las señales de comunicación basada en células.

Puede usarse una configuración de un sistema de comunicación/receptor de GPS integrado móvil junto con un servidor de localización ubicado de manera remota, para eliminar errores de modo común en las mediciones de tiempo de llegada. Algunos errores de modo 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 de 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 pseudodistancias a los satélites y para establecer un tiempo de GPS en el servidor de localización. De este modo, el tiempo en el servidor de localización y el tiempo de las mediciones de pseudodistancia (por ejemplo, cuándo se recopilaban las señales de SPS, a partir de las que se determinaron las pseudodistancias) se obtienen a partir de la misma fuente y los errores de modo común se anularán. En algunos casos, tal como un sistema celular de CDMA digital, 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.

La figura 2 muestra un ejemplo de un sistema 101 de la presente invención. 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 tal sistema de comunicación basada en células o 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 desde el sistema celular para su uso según la invención como se describe a continuación. 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 de célula y/o zonas de servicio celular correspondientes 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 como 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 de comunicación y receptor móvil de SPS combinado proporciona un sistema combinado tal como el receptor 102b mostrado en la figura 2. Un ejemplo de 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 particular. 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 tal que tanto el receptor de SPS

como el sistema de comunicación están encerrados en el mismo alojamiento. Un ejemplo de esto es un teléfono celular que tiene un receptor de GPS integrado que comparte un conjunto de circuitos común 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 sobre la conexión 102c al centro 105 de conmutación móvil y entonces o bien a otro teléfono celular en una célula a la que da servicio el centro 105 de conmutación móvil o 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 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 tiempo de 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 como una pseudodistancia celular. En un ejemplo de la invención, el tiempo de transmisión y el tiempo de recepción de un mensaje se envía a un servidor de GPS de localización que calcula el tiempo de propagación para el mensaje para así determinar la pseudodistancia celular.

En el ejemplo de la figura 2, cada centro de conmutación móvil (MSC) está acoplado a al menos un centro servicio de mensaje corto (SMSC) regional a través de una red que en una realización se denomina una red de sistema número 7 de señalización (SS7). Esta red está diseñada para permitir pasar mensajes cortos (por ejemplo, datos e información de control) 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 a los SMSC 107 y 108 regionales. El ejemplo de la figura 2 también muestra dos servidores 109 y 110 de GPS de localización 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 de datos conmutada por paquetes permanente que interconecta diversos SMSC regionales con diversos servidores de GPS de localización. Esto permite que cada SMSC regional actúe como un encaminador para encaminar peticiones para servicios de ubicación a cualquier servidor de GPS de localización que esté disponible en caso de congestión en un servidor de localización o fallo de un servidor de localización. De este modo, el SMSC 107 regional puede encaminar peticiones de servicio de localización desde el receptor 102b móvil de GPS (por ejemplo, el usuario del receptor 102b móvil de GPS marca 911 sobre el teléfono celular integrado) al servidor 110 de GPS de localización si el servidor 109 de localización está congestionado o ha fallado o de otro modo no puede de dar servicio a la petición de servicio de localización.

Cada servidor de GPS de localización está acoplado normalmente a una red de área amplia de estaciones de referencia de GPS que proporciona correcciones de GPS diferenciales y datos de efemérides de satélite a los servidores de GPS de localización. Esta zona de área amplia de estaciones de referencia de GPS, mostrada como red 111 de referencia de GPS, está acoplada normalmente a cada servidor de GPS de localización a través de una red de datos conmutada por paquetes dedicada. Por tanto, el servidor 109 de localización 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 localización para proporcionar efemérides de satélite, mediciones de GPS o correcciones diferenciales de área local y tiempo de GPS al servidor de GPS de localización. Como se muestra en la figura 2, cada servidor de GPS de localización 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 GPS de localización 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 GPS de localización recibirá pseudodistancias 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 entonces esta posición se transmitirá a través de la PSTN a uno (o ambos) de los servidores de aplicación en los que la posición se presenta (por ejemplo, visualizada sobre un mapa) a un usuario en el servidor de aplicación. Normalmente, el servidor de GPS de localización calcula pero no presenta (por ejemplo, mediante visualización) la posición en el servidor de GPS de localización. 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 GPS de localización 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 de vuelta a la aplicación particular. En otra realización, 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 éste puede iniciar un proceso de ubicación de la manera descrita en el presente documento.

En una realización alternativa en la que un receptor móvil de SPS determina su posición, el servidor de GPS de localización puede producir que la información de efemérides de satélite apropiada de 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 las que está comunicándose). Usando las pseudodistancias de satélite, las posiciones de satélite, las pseudodistancias celulares y las posiciones de emplazamiento de célula, el propio receptor móvil de SPS determina su posición.

5 Debe observarse que un sistema de comunicación basada en células o celular 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 particular. Existen numerosos tipos de sistemas de comunicación celular, tales como teléfonos celulares, PCS
10 (sistema de comunicación personal), SMR (radio móvil especializada), sistemas de radiomensajería unidireccional y bidireccional, RAM, ARDIS, y sistemas de datos por paquetes inalámbricos. Normalmente, las zonas geográficas predefinidas se denominan como células y una pluralidad de células se agrupan 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,
15 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 con 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
20 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 GPS de localización que puede usarse como el servidor 109
25 de GPS o el servidor 110 de GPS en la figura 2. El servidor 50 de localización de 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 localización de SPS también incluye un módem u otra interfaz 52 de comunicación y un módem u otra interfaz
30 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 localización 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 el 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, que son cada uno normalmente sistemas
35 informáticos 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 de teléfono de emergencia 911. La red 62, que representa la red 111 de referencia de SPS de la figura 2, es una red de receptores de SPS que son receptores de referencia de 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 de SPS opcional
40 local, tal como el receptor 56 de SPS opcional, 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 según la presente invención.

45 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 para 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 GPS de localización. Estas
50 ubicaciones se usan con las pseudodistancias celulares para determinar la posición de una unidad móvil tal como un sistema de comunicación/receptor de GPS integrado.

En una realización típica de la presente invención, el receptor 56 de SPS opcional 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 de GPS
60 diferencial 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 a partir de la red a través del módem u otra interfaz 54, de una manera convencional con las pseudodistancias obtenidas a partir del receptor móvil de GPS para calcular la información de posición para el receptor móvil de GPS. Las interfaces 52, 53, y 54 pueden ser cada una un módem u otra interfaz de comunicación adecuada
65 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 una realización, 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 apropiada para la ubicación aproximada del receptor móvil de GPS. En otros casos, las correcciones diferenciales desde la red 62 pueden combinarse para

5 calcular una corrección diferencial apropiada 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

10 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 un modo 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 sobre 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

15 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

20 ejemplo de un SPS y un sistema de comunicación combinados se ha descrito en la patente estadounidense 6,002,363. 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 en el tiempo de la recepción de un mensaje en la unidad móvil y en 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 en el tiempo de recepción en la unidad móvil de un mensaje y en el tiempo de

25 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 las señales recibidas 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

30 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

40 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 doble 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 una realización de la presente invención, proporciona al menos dos tipos de información como salidas desde el receptor 92. Se proporcionan salidas de pseudodistancia y/o correcciones

45 diferenciales de pseudodistancia a una interfaz 95 de red y procesador, 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 red y procesador pueden ser un sistema informático digital convencional que tiene interfaces para recibir datos desde un receptor de referencia de GPS como se conoce bien en la técnica. El

50 procesador 95 normalmente incluirá software diseñado para procesar los datos de pseudodistancia para determinar la corrección de pseudodistancia apropiada 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 para que otras estaciones de referencia de GPS se acoplen también 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 red y

55 procesador 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 reales de GPS recibidas desde cada

60 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. El procesador y la interfaz 95 de red reciben esta salida 94 de datos de efemérides de satélite y la transmiten 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

65 de la red en diversos servidores de GPS de localización según aspectos de la presente invención.

En determinadas realizaciones de la presente invención, sólo determinados segmentos del mensaje de navegación, tales como el mensaje de datos de efemérides de satélite pueden enviarse a los servidores de localización 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 una realización de la presente invención, el servidor de localización 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 patente estadounidense n.º 5,812,087. 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 decodificó las diferentes señales de GPS a partir de los diferentes satélites de GPS a la vista del receptor 92 de referencia para proporcionar la salida 94 de datos binarios que contiene los datos de efemérides de satélite.

La figura 6 muestra un ejemplo de un procedimiento según la presente invención en el que se usan mensajes en una señal de comunicación basada en células para proporcionar mediciones de tiempo que pueden usarse para complementar mediciones de tiempo desde sistemas de posicionamiento por satélite, tal como el sistema GPS. En la presente invención, 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 su lugar, 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 de comunicación/receptor de GPS integrado móvil o puede ser la llamada de teléfono 911 desde un sistema de comunicación/receptor de GPS integrado o pueden ser las pseudodistancias a satélites de GPS determinadas por el receptor de GPS que está comunicándose desde la unidad móvil de vuelta al emplazamiento de célula y finalmente a un servidor de localización como en una realización de la presente invención. De este modo, estos mensajes admiten normalmente 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 de comunicación/receptor de GPS integrado móvil 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 basada en células inalámbrica. 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 basada en células inalámbrica entre el sistema de comunicación en el sistema de comunicación/receptor de GPS integrado y un transceptor basado en células inalámbrico en el primer emplazamiento de célula. Si el sistema de comunicación/receptor de GPS integrado móvil 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 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 como pseudodistancias celulares o pseudodistancias basadas en células. Tener diversas pseudodistancias celulares tenderá a aumentar la probabilidad de tener una determinación de posición tridimensional, particularmente si pueden determinarse también las pseudodistancias 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 pseudodistancias de satélite y la posición de los transceptores basados en células inalámbricos. Estos datos de posición se usarán con los datos de pseudodistancia 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 pseudodistancia a al menos un satélite de GPS y a partir de las mediciones de tiempo del mensaje en las señales de comunicación basada en células inalámbrica y a partir de los datos de efemérides de satélite de GPS y la posición de un transceptor basado en células inalámbrico 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 pseudodistancia a otro satélite de GPS u otra pseudodistancia 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 basado en células inalámbrico. 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 pseudodistancias, se dispone de cuatro pseudodistancias para su uso en la determinación de la posición de la unidad móvil.

En una realización, 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 pseudodistancias 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 comunica los mensajes en el sistema de comunicación inalámbrica basada en células. En una realización alternativa, se usa una arquitectura cliente-servidor en la que las mediciones de pseudodistancia se transmiten a un servidor de localización,

y el servidor de localización 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.

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

En cuanto a un receptor de SPS remoto las incógnitas son el error de reloj de receptor $t(\text{SPS_rcvr})$, y (x, y, z) para posicionamiento tridimensional o (x, y) para posicionamiento bidimensional. En cuanto a un transceptor de emplazamiento de célula, la incógnita es el error de reloj de transceptor $t(\text{cell_trcvr})$. 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 aplicación de 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 sincronismo de sincronización de base de célula da como resultado los errores de pseudodistancia 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 pseudodistancia celular.

20 En primer lugar se considera el posicionamiento bidimensional. El posicionamiento 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 de 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 pseudodistancia celular, que es el tiempo de propagación o diferencia de dos tiempos medidos por los relojes de receptor de SPS y transceptor celular ambos sincronizados con una fuente de tiempo común (tiempo de sistema GPS). Tres incógnitas requieren tres mediciones independientes: una combinación de i pseudodistancias de SPS y j pseudodistancias celulares en la que $i + j$ es mayor que o igual a 3. La realización preferida 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 pseudodistancia celular independiente requiere un transceptor de base de célula que produce una medición de tiempo. De este modo, i pseudodistancias celulares significa i estaciones base celulares separadas realizando i mediciones de tiempo.

En el caso de una situación de transceptores de estación base de célula sincronizados con tiempo de sistema no de 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).

40 Cuatro incógnitas requieren cuatro mediciones independientes: una combinación de i pseudodistancias de SPS y j pseudodistancias celulares en la que $i + j$ 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 separadas que realizan $i+1$ mediciones de tiempo.

Para el posicionamiento 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 basándose en alguna estimación de la altitud dentro de la zona de interés (ayuda por altitud).

50 Otro ejemplo de un procedimiento según la presente invención se describirá 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 señal 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 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 basado en células inalámbrico (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 basado en células inalámbrico y el tiempo de recepción de este mensaje se registra también. El tiempo de la transmisión que se transmite al transceptor basado en células inalámbrico y el tiempo de recepción del mensaje que se registra en el transceptor basado en células inalámbrico se usa para determinar una pseudodistancia celular para este mensaje de 911 y estos tiempos se retransmiten normalmente a un servidor de GPS de localización que determinará la pseudodistancia celular. En la etapa 306, un servidor de GPS de localización recibe la petición de 911 y determina la información de ayuda

para la operación de localización de GPS. En una realización, 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 basado en células inalámbrico) al teléfono/receptor de 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 puede 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 teléfono/receptor de 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 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 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 localización 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 retransmitirá este tiempo a un servidor de localización. En la etapa 314, el transceptor basado en células inalámbrico 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 retransmite entonces 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 localización determina al menos una pseudodistancia celular que representa un tiempo de propagación de un mensaje en las señales de comunicación basada en células inalámbrica entre el teléfono celular en el teléfono celular/receptor de GPS integrado y el transceptor basado en células inalámbrico. 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 localización determina la posición de satélites y la posición de los transceptores basados en células inalámbricos 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 de GPS opcional en el servidor de localización. La posición de los transceptores basados en células inalámbricos que se comunicaban con la unidad móvil puede obtenerse a partir de una base de datos que especifica una posición para cada transceptor basado en células inalámbrico en el sistema.

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

Aunque los procedimientos y aparato de la presente invención se han descrito con referencia a satélites de GPS, se observará que las enseñanzas pueden aplicarse igualmente a sistemas de posicionamiento que utilizan pseudosatélites o una combinación de satélites y pseudosatélites. Los pseudosatélites son transmisores terrestres que emiten un código de PN 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 pseudosatélites 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. Está previsto que el término "satélite", según se usa en el presente documento, incluya pseudosatélites o equivalentes de pseudosatélites, y está previsto que el término señales de GPS, según se usa en el presente documento, incluya señales de tipo GPS desde pseudosatélites o equivalentes de pseudosatélites.

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

En la memoria descriptiva anterior, se ha descrito la invención con referencia a realizaciones ejemplares específicas de la misma. Es evidente, sin embargo, que pueden realizarse diversas modificaciones y cambios a la misma sin apartarse del alcance más amplio de la invención, según se expone en las reivindicaciones adjuntas. La memoria descriptiva y los dibujos, por consiguiente, han de considerarse en un sentido ilustrativo en lugar de restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para procesar información de posición en un sistema (50 a 64, 109, 110) de procesamiento digital, comprendiendo dicho procedimiento:
 - determinar mediciones de tiempo primera y segunda en un sistema (10, 101) de comunicación basada en células que comprende un primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células en una posición conocida que se comunica con dicho sistema (50 a 64, 109, 110) de procesamiento digital y un transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica que se comunica de manera inalámbrica con dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota, en el que una diferencia entre dichas mediciones de tiempo primera y segunda representa un tiempo de propagación de un mensaje entre dicho primer transceptor basado en células y dicho transceptor de comunicación inalámbrica;
 - obtener datos de posición de estación base que representan la posición de dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células; y
 - determinar una tercera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de señales de sistema de posicionamiento por satélite (SPS) recibidas en un receptor (76, 77) de SPS que está integrado con dicho transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica, en el que dicha tercera medición de tiempo comprende una pseudodistancia a un satélite de SPS; y
 - determinar la posición de dicho receptor de SPS usando: dicha pseudodistancia, dichas mediciones de tiempo primera y segunda, datos de efemérides de satélite, dichos datos de posición de estación base y una medición independiente adicional para la eliminación del error de reloj de móvil a SPS, o bien:
 - enviando dicha pseudodistancia y dicha segunda medición de tiempo desde dicho transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica a dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células; o bien
 - recibiendo, desde dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células en dicho transceptor de comunicación inalámbrica, dicho tiempo de propagación de dicho mensaje entre dicho primer transceptor basado en células y dicho transceptor de comunicación inalámbrica o determinando dicho tiempo de propagación en dicho transceptor de comunicación inalámbrica.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha pseudodistancia y dicha segunda medición de tiempo se envían desde dicho transceptor del sistema de comunicación inalámbrica a dicho primer transceptor basado en células, que comprende además:
 - enviar dichas mediciones de tiempo primera y segunda y dicha pseudodistancia desde dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células a dicho sistema (50 a 64, 109, 110) de procesamiento digital, que recibe dichos datos de efemérides de satélite y obtiene dichos datos de posición de estación base que representan la posición de dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichas señales de comunicación basada en células pueden comunicar mensajes de manera bidireccional entre dicho primer transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células y dicho transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica y en el que dicha posición de dicho receptor (76, 77) de SPS se determina a partir de dichas mediciones de tiempo primera, segunda y tercera, en el que la medición independiente comprende:
 - (a) una cuarta medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de las señales de SPS desde otro satélite de SPS a dicho receptor (76, 77) de SPS; o
 - (b) mediciones de tiempo quinta y sexta que representan un tiempo de propagación de otro mensaje en dichas señales de comunicación basada en células en dicho sistema (10, 101) de comunicación basado en células que comprende además otro transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células.
4. Un procedimiento según la reivindicación 3, en el que dichos mensajes comprenden mensajes de voz.
5. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichas señales de comunicación basada en células no incluyen señales de navegación insertadas.
6. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que se registra un tiempo de envío de dicho mensaje en dichas señales de comunicación basada en células y se registra un tiempo de recepción de dicho mensaje en dichas señales de comunicación basada en células.
7. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil para su uso en un sistema (10, 101) de comunicación basada en células, comprendiendo dicho dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil:

un receptor (76, 77) de sistema de posicionamiento por satélite (SPS) que puede recibir señales de SPS y proporcionar datos 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 (76, 77) de SPS, comprendiendo dicha primera medición de tiempo además una pseudodistancia a dicho satélite de SPS;

un transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica que puede comunicarse de manera inalámbrica con un transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota en una posición conocida y que puede proporcionar una segunda medición de tiempo que representa un tiempo de envío/recepción de un mensaje en señales de comunicación basada en células entre dicho transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica y dicho transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota, medios que permiten determinar la posición de dicho dispositivo integrado usando dicha pseudodistancia, dicha segunda medición de tiempo, datos de efemérides de satélite, dicha posición conocida de dicho transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota, y una medición independiente adicional para la eliminación del error de reloj de móvil a SPS, o bien:

enviando dicha pseudodistancia y dicha segunda medición de tiempo desde dicho transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica a dicho transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota para su uso en la determinación de un tiempo de propagación de dicho mensaje;

o bien

recibiendo desde dicho transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota en dicho transceptor de comunicación inalámbrica, dicho tiempo de propagación de dicho mensaje entre dicho transceptor basado en células ubicado de manera remota y dicho transceptor de comunicación inalámbrica o determinando dicho tiempo de propagación en dicho transceptor de comunicación inalámbrica.

8. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil según la reivindicación 7, en el que dichas señales de comunicación basada en células no incluyen señales de navegación insertadas.

9. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil según la reivindicación 7, que comprende medios para determinar un tiempo de recepción de dicho mensaje en dicho dispositivo integrado móvil para proporcionar dicho segundo tiempo medición.

10. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil según la reivindicación 7, que comprende medios para determinar un tiempo de envío de dicho mensaje desde dicho dispositivo integrado móvil para proporcionar dicha segunda medición de tiempo.

11. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil según la reivindicación 7, que comprende medios para determinar una posición de dicho dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil.

12. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil según la reivindicación 7, en el que dicha medición independiente comprende:

(a) una tercera medición de tiempo que representa un tiempo de propagación de señales de SPS desde otro satélite de SPS a dicho receptor (76, 77) de SPS o

(b) una cuarta medición de tiempo que representa un tiempo de envío/recepción de otro mensaje en dichas señales de comunicación basada en células en dicho sistema (10, 101) de comunicación basada en células, que comprende dicho transceptor (78, 79) de sistema de comunicación inalámbrica y otro transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota.

13. Un dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil según la reivindicación 11, que comprende medios (78, 79) para recibir los datos de efemérides de satélite para al menos dicho satélite de SPS en dichas señales de comunicación basada en células.

14. Un sistema que comprende:

el dispositivo (26 a 28, 75 a 80, 102b, 103b, 104b) integrado móvil, el sistema (10, 101) de comunicación basada en células y el transceptor (21 a 24, 102a, 103a, 104a) basado en células ubicado de manera remota según la reivindicación 7; y

un sistema (50 a 64, 109, 110) de procesamiento digital ubicado de manera remota para determinar dicho tiempo de propagación desde dicha segunda medición de tiempo y un tiempo de recepción/envío de dicho mensaje y para determinar dicha posición.

15. Un medio legible por ordenador en el que está almacenado un programa informático, comprendiendo el programa informático instrucciones que, tras ejecutarse, hacen que un procesador realice las etapas del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

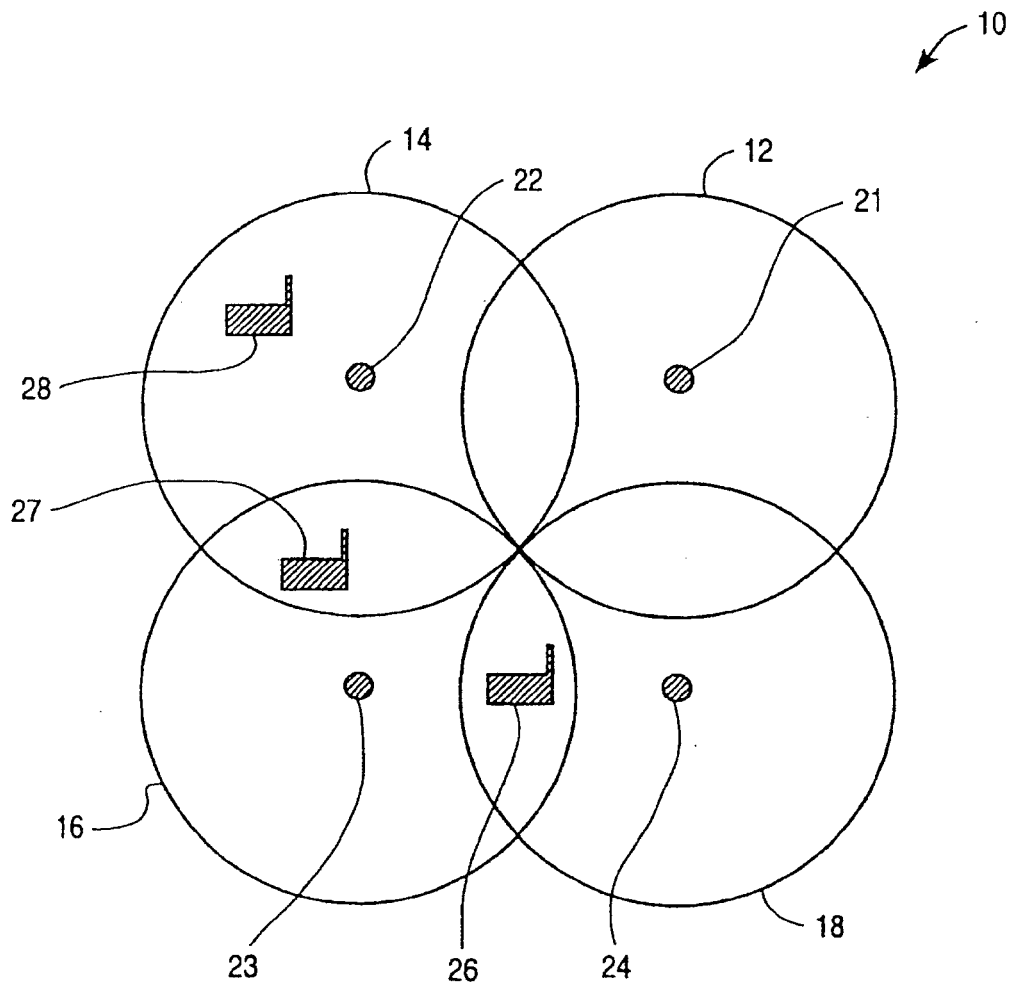


FIG. 1

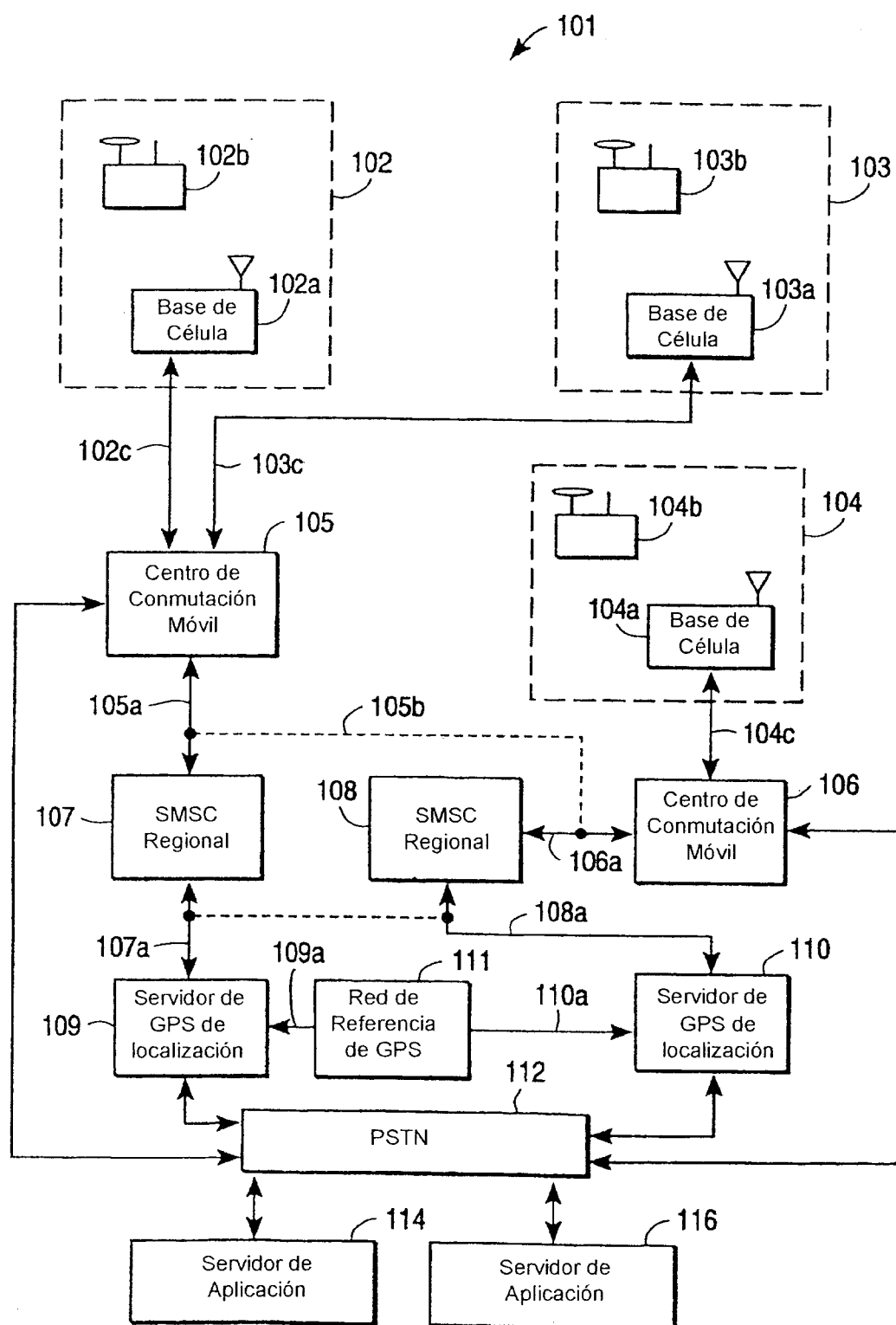


FIG. 2

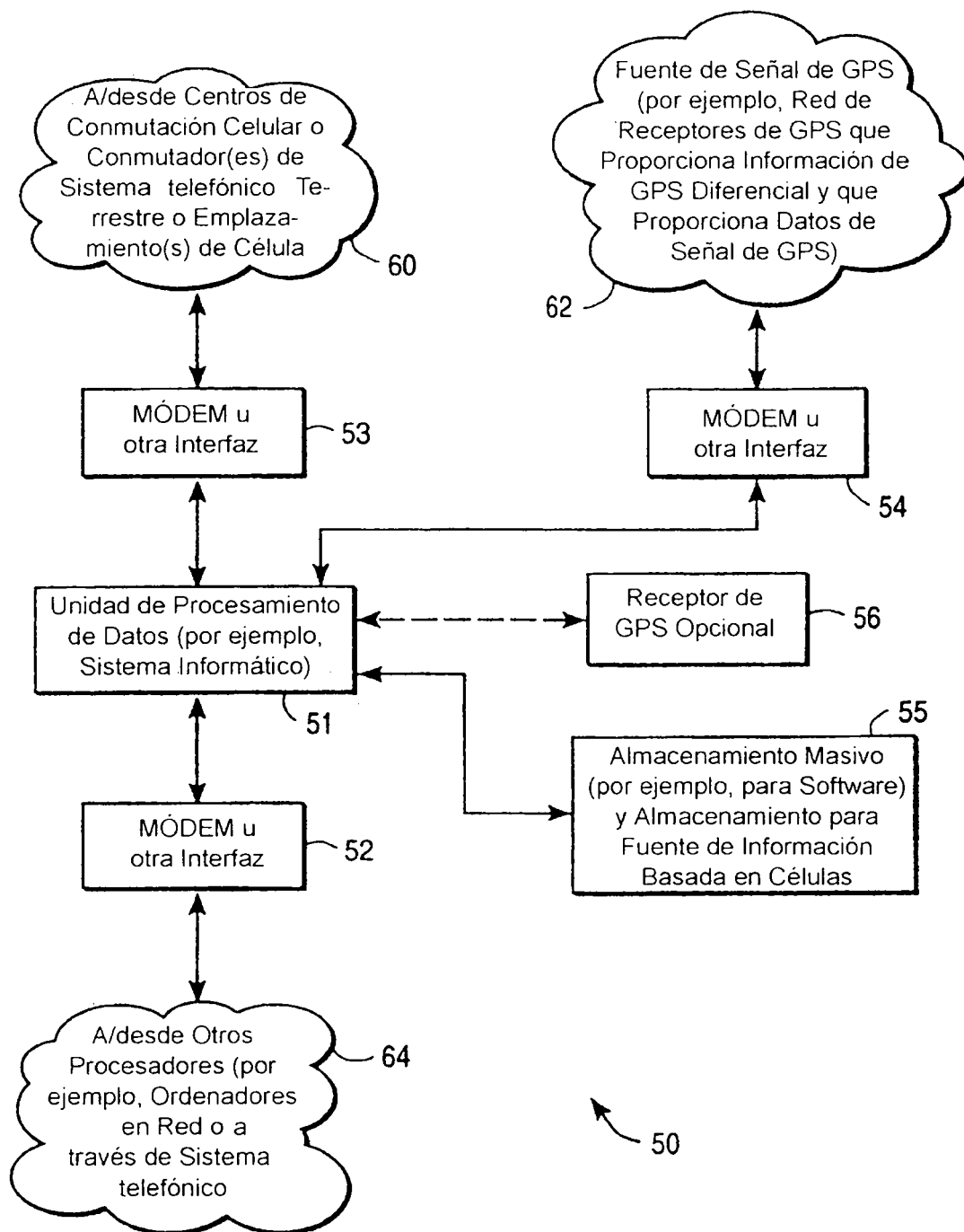


FIG. 3

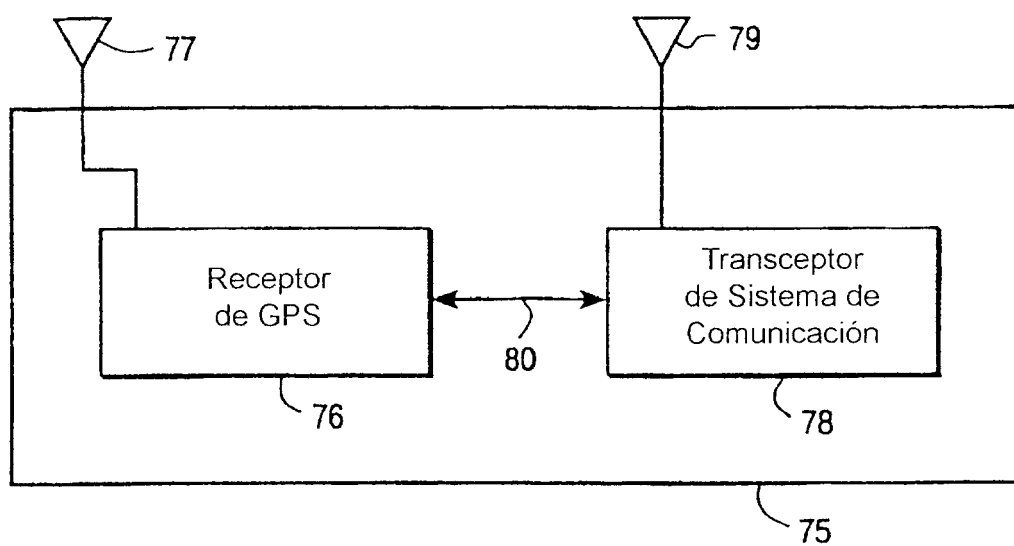


FIG. 4

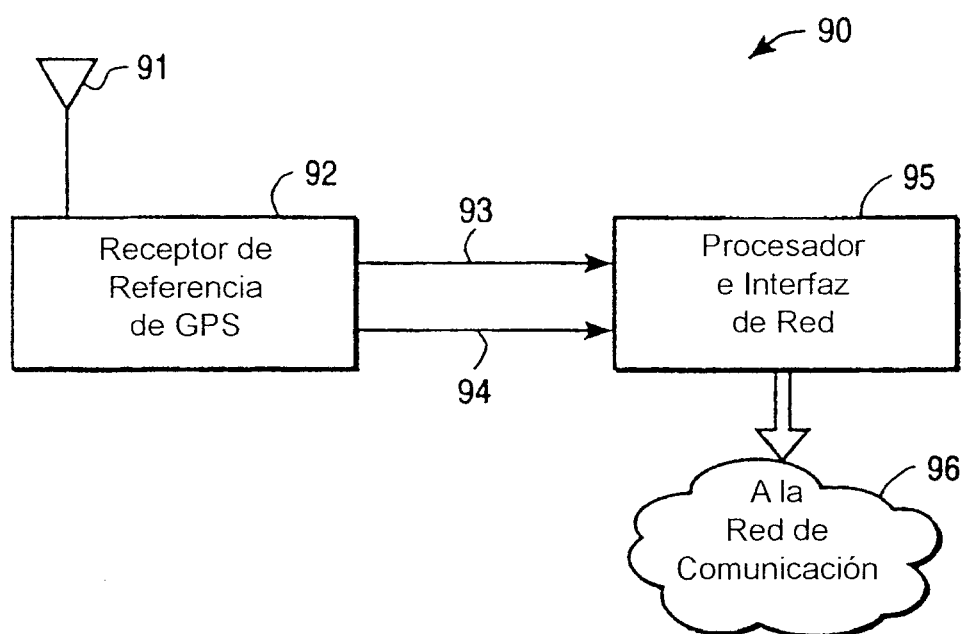


FIG. 5

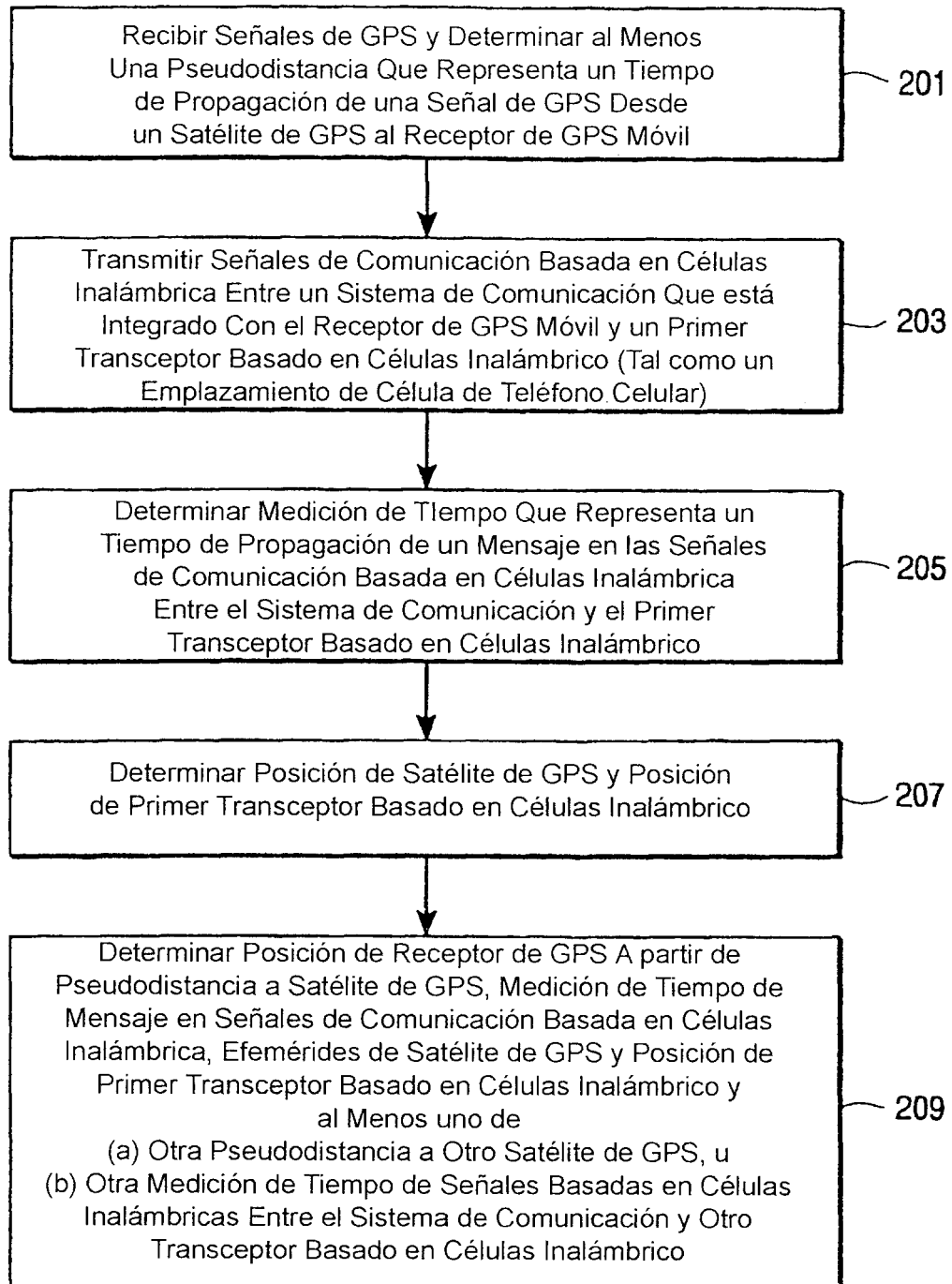


FIG. 6

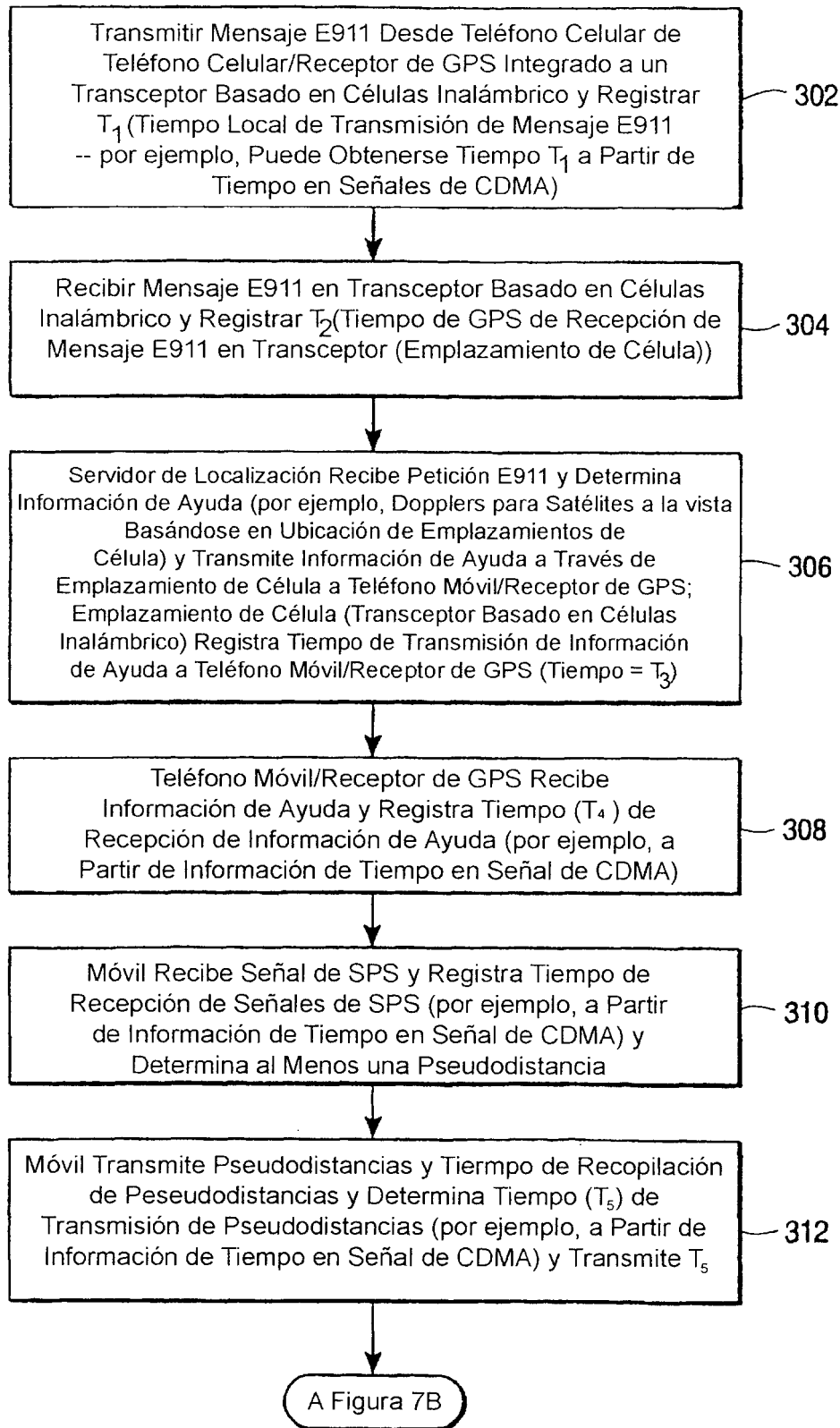


FIG. 7A

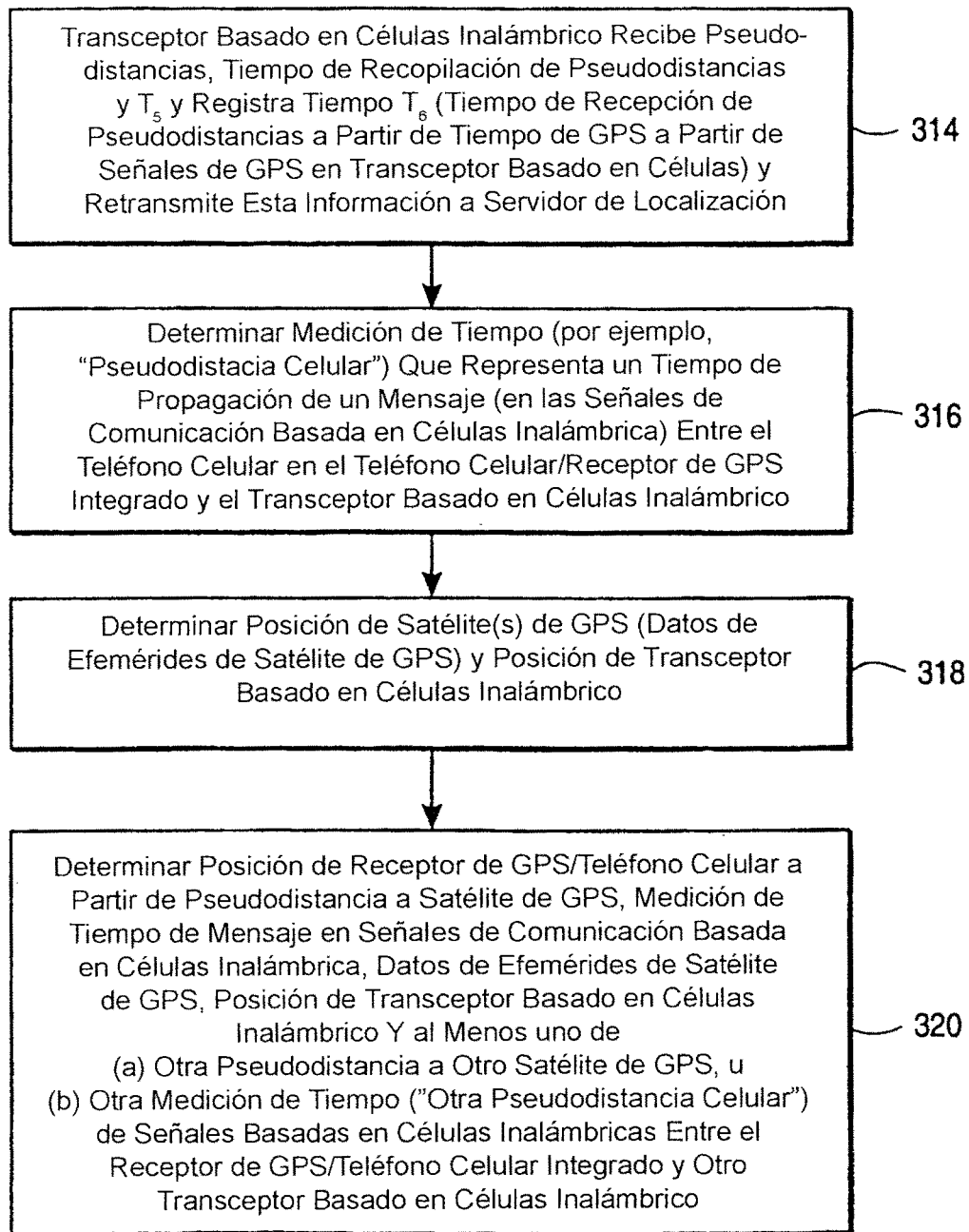


FIG. 7B