



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 336 979**

(51) Int. Cl.:

**G01S 5/14** (2006.01)

**G01S 1/04** (2006.01)

**H04B 7/185** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **97952207 .5**

(96) Fecha de presentación : **20.11.1997**

(97) Número de publicación de la solicitud: **0950194**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.1999**

(54) Título: **Receptor GPS mejorado que utiliza un enlace de comunicaciones.**

(30) Prioridad: **04.12.1996 US 759523**  
**15.04.1997 US 842559**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.04.2010**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.04.2010**

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

(72) Inventor/es: **Krasner, Norman, F.**

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 336 979 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**

Receptor GPS mejorado que utiliza un enlace de comunicaciones.

**5 1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere a receptores capaces de determinar información de posición de satélites y se refiere, en particular, a los receptores que encuentran aplicación en sistemas de posicionamiento por satélite (SPS) tales como los sistemas de posicionamiento global (GPS) por satélite de los US.

**10 2. Técnica anterior**

Los receptores GPS determinan normalmente su posición calculando tiempos relativos de llegada de señales transmitidas simultáneamente desde múltiples satélites GPS (o NAVSTAR). Estos satélites transmiten, como parte de su mensaje, tanto datos de posicionamiento de satélite como datos sobre temporización del reloj, denominados datos de “efemérides”. El proceso de buscar y adquirir señales GPS, leer los datos de efemérides para múltiples satélites y calcular la ubicación del receptor a partir de estos datos consume mucho tiempo, siendo necesarios frecuentemente varios minutos. En muchos casos, este tiempo prolongado de procesamiento es inaceptable y, además, limita notablemente la vida de la batería en aplicaciones portátiles microminiaturizadas.

Otra limitación de los receptores GPS actuales es que su funcionamiento se limita a situaciones en las que múltiples satélites están claramente a la vista, sin obstáculos, y en las que una antena de buena calidad está posicionada correctamente para recibir dichas señales. Como tales, normalmente son inservibles en aplicaciones portátiles, montadas en el cuerpo; en áreas en las que existe una obstrucción significativa por follaje o edificios; y en aplicaciones dentro de edificios.

Existen dos funciones principales de los sistemas de recepción GPS: (1) cálculo de las pseudodistancias a los diversos satélites GPS, y (2) cálculo de la posición de la plataforma de recepción usando estas pseudodistancias y datos de temporización y efemérides de los satélites. Las pseudodistancias son simplemente los retardos de tiempo medidos entre la señal recibida desde cada satélite y un reloj local. Los datos de efemérides y temporización de los satélites se extraen de la señal GPS una vez que la misma es adquirida y se ha realizado un seguimiento de ella. Tal como se ha mencionado anteriormente, la captación de esta información ocupa normalmente un tiempo relativamente prolongado (entre 30 segundos y varios minutos) y se debe lograr con buen nivel de la señal recibida para conseguir tasas bajas de errores.

Prácticamente todos los receptores GPS conocidos utilizan métodos de correlación para calcular pseudodistancias. Estos métodos de correlación se realizan en tiempo real, frecuentemente con correladores de hardware. Las señales GPS contienen señales repetitivas de alta velocidad denominadas secuencias pseudoaleatorias (PN). A los códigos disponibles para las aplicaciones civiles se les denominan códigos C/A, y presentan una velocidad de inversión de fase binaria, o velocidad de “transmisión de segmentos”, de 1,023 MHz y un periodo de repetición de 1.023 segmentos para un periodo del código de 1 milisegundo. Las secuencias del código pertenecen a una familia conocida como códigos Gold. Cada satélite GPS radiodifunde una señal con un código Gold exclusivo.

Para una señal recibida desde un satélite GPS determinado, tras un proceso de conversión en sentido descendente a banda base, un receptor de correlación multiplica la señal recibida por una réplica almacenada del código Gold apropiado contenido en su memoria local, y a continuación integra, o filtra por pasobajo, el producto para obtener una indicación de la presencia de la señal. A este proceso se le denomina operación de “correlación”. Ajustando secuencialmente la temporización relativa de esta réplica almacenada con respecto a la señal recibida, y observando la salida de correlación, el receptor puede determinar el retardo de tiempo entre la señal recibida y un reloj local. A la determinación inicial de la presencia de dicha salida se le denomina “adquisición”. Una vez que se produce la adquisición, el proceso entra en la fase de “seguimiento” en la que se ajusta la temporización de la referencia local en cantidades pequeñas para mantener una salida de correlación elevada. La salida de correlación durante la fase de seguimiento se puede considerar como la señal GPS con el código pseudoaleatorio eliminado, o, en terminología común, “demodulado en ensanchamiento”. Esta señal es de banda estrecha, con un ancho de banda acorde a una señal de datos modulada por desplazamiento binario de fase de 50 bits por segundo que está superpuesta sobre la forma de onda GPS.

El proceso de adquisición por correlación consume mucho tiempo, especialmente si las señales recibidas son débiles. Para mejorar el tiempo de adquisición, muchos receptores GPS utilizan múltiples correladores (típicamente hasta 12) lo cual permite una búsqueda paralela de picos de correlación.

En la patente US nº 4.445.118, a la que se hace referencia como “patente de Taylor”, se describe otro planteamiento para mejorar el tiempo de adquisición. Este planteamiento usa la transmisión de información Doppler desde una estación base de control hacia una unidad receptora GPS remota con el fin de colaborar en la adquisición de la señal GPS. Aunque este planteamiento sí mejora el tiempo de adquisición, la información Doppler es transmitida desde una estación base a un receptor GPS móvil por un sistema de transmisión de punto a punto, y no existe ninguna indicación sobre cómo se obtiene esta información Doppler.

En la patente de Taylor se describe también un planteamiento para mejorar la precisión de la determinación de la posición por una unidad de receptora GPS remota. En la patente de Taylor, se transmite una referencia de frecuencia estable hacia una unidad receptora GPS remota desde una estación base con el fin de eliminar una fuente de error debida a un oscilador local de baja calidad en la unidad receptora GPS remota. Este método usa una señal especial modulada por desplazamiento de frecuencia (FSK) que se debe situar en frecuencia muy próxima a la frecuencia de la señal GPS. Tal como se muestra en la figura 4 de la patente de Taylor, la señal FSK especial está aproximadamente 20 MHz por debajo de la señal GPS de 1.575 MHz que es recibida también por el receptor para demodular las señales de satélite GPS provenientes de los satélites GPS con el fin de extraer datos de posición de satélite. Por otra parte, el planteamiento descrito en la patente de Taylor usa un mecanismo de rechazo de modo común en el que cualquier error en el oscilador local (mostrado como L.O.52) del receptor aparecerá tanto en el canal GPS como en el canal de referencia y, por lo tanto, será anulado. No se produce ningún intento de detectar o medir este error. A este planteamiento se le hace referencia en ocasiones como funcionamiento homodino. Aunque este planteamiento proporciona algunas ventajas, el mismo requiere que los dos canales sean fuertemente coincidentes, incluyendo una fuerte coincidencia en frecuencia. Por otra parte, este planteamiento requiere que ambas frecuencias permanezcan fijas, de manera que no son compatibles con este planteamiento técnicas de saltos de frecuencia o sintonización de frecuencia (canalización).

La patente US nº 5.365.450 da a conocer un receptor GPS y un receptor SPS combinados, en los que el oscilador local se calibra usando mediciones Doppler de una señal de satélite SPS.

El documento JP 02 196976 da a conocer un receptor GPS, en el que la estabilidad de largo plazo de un oscilador local económico se compensa usando una señal síncrona de un receptor de señales de tiempo de radiocomunicaciones (JJY).

El documento GB 2 299 225 da a conocer un contador registrador de consumo de bienes de uso común que comprende un transceptor que se comunica con una estación base, en el que los datos modulados sobre una señal recibida desde la estación base se usan para ajustar la frecuencia del oscilador local del transceptor.

## Sumario de la invención

En un aspecto de la presente invención, se describe un método para proporcionar una señal de oscilador local en un receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite. El método incluye la recepción de una señal que tiene una frecuencia portadora y una señal de datos modulada sobre la frecuencia portadora, la extracción de una señal de referencia a partir de la señal de datos modulada sobre la frecuencia portadora, y el uso de la señal de referencia para proporcionar una señal de oscilador local con el fin de adquirir señales SPS de satélites SPS.

Otra forma de realización según este aspecto de la presente invención es un receptor y un sistema de comunicaciones SPS combinados. El sistema de comunicaciones incluye una circuitería de adquisición y seguimiento que está acoplada a una antena para recibir las señales de comunicaciones. Esta circuitería de adquisición y seguimiento adquiere y realiza el seguimiento de la señal de datos que está modulada sobre una frecuencia portadora y proporciona una señal de referencia a partir de la señal de datos modulada sobre la frecuencia portadora. A continuación, la señal de referencia se proporciona a un bucle de enganche de fase o a un sintetizador de frecuencias para generar una señal de oscilador local que se usa para adquirir señales SPS en el receptor SPS.

En el presente documento se describen asimismo varias formas de realización de aparatos que pueden poner en práctica el método descrito anteriormente.

## Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra a título de ejemplo, no limitativo, en las figuras de los dibujos adjuntos, en los que las mismas referencias indican elementos similares.

La figura 1 ilustra un sistema celular de comunicaciones que tiene una pluralidad de células a cada una de las cuales le presta servicio un emplazamiento celular, y cada una de las cuales está acoplada a un centro de conmutación celular.

La figura 2 representa un diagrama de flujo generalizado según una forma de realización.

La figura 3A muestra un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización particular en la que se usa información basada en un sistema celular para obtener información Doppler aproximada.

La figura 3B es un diagrama de flujo que muestra otra forma de realización particular en la que se usa información basada en un sistema celular para obtener información Doppler aproximada.

La figura 3C es un diagrama de flujo que muestra otra forma de realización particular en la que el receptor móvil extrae la ubicación aproximada a partir de la señal de comunicaciones celulares.

La figura 4A muestra otro diagrama de flujo de otra forma de realización particular en la que una fuente de información basada en un sistema celular se usa para obtener información Doppler aproximada.

La figura 4B ilustra otra forma de realización en la que se usa una fuente de información basada en un sistema celular para obtener información Doppler aproximada.

La figura 5 muestra una representación ilustrativa de una fuente de información basada en un sistema celular, que proporciona una asociación entre conjuntos de información Doppler en tiempos determinados con respecto a áreas de servicio celular y/o emplazamientos celulares de células.

La figura 6 ilustra una forma de realización de un sistema de estación base según una forma de realización.

La figura 7A ilustra un ejemplo de un receptor y un sistema de comunicaciones SPS combinados, según una forma de realización.

La figura 7B ilustra otra forma de realización de un receptor SPS con un sistema de comunicaciones integrado.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra un método de la radiodifusión de información Doppler aproximada según una forma de realización.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un método según una forma de realización en la que una pluralidad de datos de efemérides de satélites que resulta apropiada para una ubicación celular particular se transmite desde un emplazamiento transmisor celular inalámbrico.

La figura 10A muestra un ejemplo de un receptor de comunicaciones y un receptor SPS combinados en los que una señal de datos que se modula sobre una frecuencia portadora de una señal de comunicaciones se usa para proporcionar una señal de referencia que, a su vez, se usa para proporcionar una señal de oscilador local que se usa para adquirir señales SPS en el receptor SPS.

La figura 10B muestra otra forma de realización de la presente invención en la que señales de datos moduladas sobre una señal de comunicaciones se usan para obtener una señal de oscilador local que se usa para adquirir señales SPS en un receptor SPS.

La figura 11A ilustra un método generalizado de la presente invención en el que una señal de referencia se extrae de una señal de datos que está modulada sobre una frecuencia portadora de una señal de comunicaciones con el fin de proporcionar una señal de oscilador local para adquirir señales SPS.

La figura 11B muestra una forma de realización particular del método mostrado en la figura 11A.

## Descripción detallada

La presente invención se refiere principalmente a aparatos y métodos para calcular la posición de un objeto móvil usando un enlace de comunicaciones. En una forma de realización, este enlace de comunicaciones se usa para determinar un valor Doppler aproximado con el fin de reducir, de este modo, el tiempo de procesamiento debido a un error inducido por el efecto Doppler en un receptor de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS). En otra forma de realización, el enlace de comunicaciones se usa para proporcionar una señal de datos a partir de la cual se extrae una señal de referencia. Esta señal de referencia se usa para proporcionar una señal de oscilador local en el receptor SPS con el fin de adquirir señales SPS.

Un aspecto se refiere a un sistema de comunicaciones basado en un sistema celular que incluye una fuente de información basada en un sistema celular, que se usa para proporcionar información Doppler aproximada en respuesta a la determinación de una ubicación aproximada. La figura 1 muestra un ejemplo de un sistema 10 de comunicaciones basado en un sistema celular, que incluye una pluralidad de emplazamientos celulares, cada uno de los cuales está diseñado para prestar servicio a una región o ubicación geográfica particular. En la técnica son bien conocidos ejemplos de dichos sistemas de comunicaciones basados en sistemas celulares. Véase, por ejemplo, la patente US n° 5.519.760 que describe un sistema de localización basado en una red celular. El sistema 10 de comunicaciones basado en una red celular incluye dos células 12 y 14, definiéndose ambas de manera que están dentro de un área 11 de servicio celular. Adicionalmente, el sistema 10 incluye células 18 y 20. Se apreciará que en el sistema 10 también se puede incluir una pluralidad de otras células con emplazamientos celulares y/o áreas de servicio celular correspondientes y las mismas se pueden acoplar a uno o más centros de conmutación celular, tales como el centro 24 de conmutación celular y el centro 24b de conmutación celular.

Dentro de cada célula, tal como la célula 12, existe un emplazamiento de célula o celular inalámbrico tal como el emplazamiento 13 de célula que incluye una antena 13a que está diseñada para comunicarse a través de un medio de comunicaciones inalámbricas con un receptor de comunicaciones que puede ser un receptor GPS móvil y un sistema de comunicaciones combinados tal como el receptor 16 mostrado en la figura 1. En la figura 7A se muestra un ejemplo de un sistema combinado de este tipo y el mismo puede incluir tanto una antena GPS 377 como una antena 379 de

sistema de comunicaciones. Se apreciará que formas de realización alternativas pueden utilizar una única antena o más de dos antenas.

Cada emplazamiento celular está acoplado a un centro de conmutación celular. En la figura 1, los emplazamientos celulares 13, 15, y 19 están acoplados al centro 24 de conmutación a través, respectivamente, de conexiones 13b, 15b y 19b, y el emplazamiento celular 21 está acoplado a un centro 24b de conmutación diferente a través de la conexión 21b. Estas conexiones son típicamente conexiones de línea inalámbrica entre el emplazamiento celular respectivo y los centros 24 y 24b de conmutación celular. Cada emplazamiento celular incluye una antena para comunicarse con sistemas de comunicaciones a los que presta servicio el emplazamiento celular. Se apreciará que un sistema de comunicaciones dentro de una célula, tal como el receptor 22 mostrado en la célula 4, se puede comunicar de hecho con el emplazamiento celular 19 de la célula 18 debido a una obstrucción (o a otras razones por las que el emplazamiento celular 21 no se pueda comunicar con el receptor 22).

En una forma de realización típica, el receptor GPS móvil 16 incluye un sistema de comunicaciones basado en una red celular que está integrado con el receptor GPS, de tal manera que tanto el receptor GPS como el sistema de comunicaciones están contenidos en la misma caja. Un ejemplo de esto es un teléfono celular que tenga un receptor GPS integrado que comparta circuitería común con el transceptor telefónico basado en una red celular, tal como el mostrado en la figura 7B. Cuando este sistema combinado se usa para comunicaciones de telefonía celular, se producen transmisiones entre el receptor 16 y el emplazamiento celular 13. A continuación, las transmisiones desde el receptor 16 al emplazamiento celular 13 se propagan a través de la conexión 13b hacia el centro 24 de conmutación celular y, a continuación, o bien hacia otro teléfono celular en una célula a la que presta servicio el centro 24 de conmutación celular, o bien, a través de una conexión 30 (típicamente cableada), hacia otro teléfono a través del sistema/red telefónico terrestre 28. Se apreciará que el término cableada incluye conexiones por fibra óptica y otras conexiones no inalámbricas tales como cableado de cobre, etcétera. Las transmisiones del otro teléfono que se está comunicando con el receptor 16 se transportan desde el centro 24 de conmutación celular a través de la conexión 13b y el emplazamiento celular 13 de vuelta al receptor 16 según la manera convencional.

El sistema remoto 26 de procesamiento de datos (al que se puede hacer referencia en algunas formas de realización como servidor GPS) está incluido en el sistema 10, y se usa cuando, en algunas formas de realización, un receptor GPS móvil dentro de una célula particular se usa para determinar la posición del receptor utilizando señales GPS recibidas por el receptor GPS. El servidor GPS 26 puede estar acoplado al sistema/red telefónico terrestre 28 a través de una conexión 27 y también puede estar acoplado opcionalmente al centro 24 de conmutación celular a través de la conexión 25 y, también opcionalmente, acoplado al centro 24b a través de la conexión 25b. Se apreciará que las conexiones 25 y 27 son típicamente conexiones cableadas aunque pueden ser inalámbricas. Se muestra también, como componente opcional del sistema 10, un terminal interrogador 29 que puede constar de otro sistema de ordenador que esté acoplado a través de la red 28 al servidor GPS. Este terminal interrogador 29 puede enviar una solicitud de la posición de un receptor GPS particular en una de las células al servidor GPS 26 que, a continuación, inicia una conversación con un receptor GPS particular a través del centro de conmutación celular, con el fin de determinar la posición del receptor GPS y comunicar un informe de esa posición de vuelta al terminal interrogador 29.

Debería observarse que un sistema de comunicaciones basado en una red celular es un sistema de comunicaciones que tiene más de un transmisor, cada uno de los cuales presta servicio a un área geográfica diferente, que está predefinida en un instante de tiempo cualquiera. Típicamente, cada transmisor es un transmisor inalámbrico que presta servicio a una célula que tiene un radio geográfico menor que 20 millas, aunque el área cubierta depende del sistema celular en particular. Existen numerosos tipos de sistemas celulares de comunicaciones, tales como teléfonos celulares, el PCS (sistema de comunicación personal), el SMR (radiocomunicaciones móviles especializadas), sistemas de buscadores unidireccionales y bidireccionales, RAM, ARDIS y sistemas de datos por paquetes, inalámbricos. Típicamente, a las diferentes áreas geográficas predefinidas se les hace referencia como células, y una pluralidad de células se agrupa conjuntamente en un área de servicio celular tal como el área 11 de servicio celular mostrada en la figura 1, y esta pluralidad de células está acoplada a uno o más centros de conmutación celular que proporcionan conexiones hacia sistemas y/o redes telefónicas terrestres. Las áreas de servicio se usan frecuentemente con fines relacionados con la facturación. Por lo tanto, puede darse el caso de que células en más de un área de servicio estén conectadas a un centro de conmutación. Por ejemplo, en la figura 1, las células 1 y 2 están en el área 11 de servicio, y la célula 3 está en el área 18 de servicio, aunque las tres están todas ellas conectadas al centro 24 de conmutación. Alternativamente, ocurre en ocasiones que células dentro de un área de servicio están conectadas a centros de conmutación diferentes, especialmente en áreas de población densa. En general, un área de servicio se define como una agrupación de células en cercanía geográfica próxima entre ellas. Otra clase de sistemas celulares que encaja en la descripción anterior es la que se basa en satélites, en la que las estaciones base celulares son satélites que típicamente están orbitando alrededor de la tierra. En estos sistemas, los sectores celulares y las áreas de servicio se mueven en función del tiempo. Entre los ejemplos de dichos sistemas se incluyen el Iridium, el Globalstar, el Orbcomm y el Odyssey.

La figura 2 muestra un ejemplo generalizado en el que se obtiene información Doppler aproximada a partir de información de posición aproximada de una fuente de información basada en una red celular. El método comienza en la etapa 40 en la que se determina una posición aproximada del emplazamiento celular (y, consecuentemente, de objetos dentro de la célula a la que presta servicio el emplazamiento celular) a partir de una fuente de información basada en una red celular. Alternativamente, la posición aproximada puede representar una posición dentro del área de servicio celular que incluye el emplazamiento celular. En la etapa 42, se determinan valores Doppler aproximados

para una pluralidad de satélites teniendo en cuenta la posición aproximada. A continuación, en la etapa 44, los valores Doppler aproximados se usan en un receptor SPS móvil para reducir el tiempo de procesamiento debido a efectos inducidos por el efecto Doppler en la determinación de la posición del receptor SPS. Los valores Doppler aproximados se usan típicamente para determinar pseudodistancias o se pueden usar para adquirir señales SPS a partir de satélites que estén a la vista. En la patente US n° 5 663 734 se describe un ejemplo del uso de un valor Doppler aproximado. En la patente US n° 5.841.396 se describe también el uso de información Doppler en un receptor SPS móvil para reducir tiempo de procesamiento debido a un error inducido por la dispersión Doppler y también para reducir un error en la determinación de la posición del receptor SPS. Se observa que, para la mayoría de las formas de realización en las que el receptor SPS móvil transmite una pseudodistancia a un servidor (para que el servidor complete el cálculo de la posición), el valor Doppler se transmite al receptor SPS (o se usa en el receptor SPS) y se usa en el receptor SPS sin extraer información de posición de satélites de señales SPS. En otras palabras, en este caso, el receptor SPS no recibirá y demodulará señales SPS (de satélites SPS) con el fin de extraer información de posiciones de satélites (tal como efemérides) a partir de las señales SPS de los satélites SPS. Se observa también en este caso que, sin información Doppler, el receptor SPS debe realizar búsquedas en una gama amplia de frecuencias portadoras, lo cual puede llevar un periodo de tiempo muy prolongado.

La figura 3A ilustra una forma de realización particular en la que se usa una fuente de información basada en una red celular para obtener una pluralidad de información Doppler aproximada para una pluralidad correspondiente de satélites teniendo en cuenta la ubicación aproximada. Esta implementación particular, en una forma de realización, puede conllevar el uso de una llamada de emergencia al "911" desde un teléfono celular, lo cual, a continuación, provocará que el sistema basado en una red celular determine la ubicación del teléfono celular. De este modo, el propio teléfono celular inicia la comunicación con el emplazamiento celular según se indica en la etapa 50. El sistema de comunicaciones basado en una red celular, que incluye al receptor SPS (en este caso, un teléfono celular con un receptor GPS) transmite una solicitud de posición hacia el emplazamiento de celular de una célula. En una forma de realización, el emplazamiento celular determina la ubicación del emplazamiento celular o la identidad del emplazamiento celular u obtiene uno de estos valores a partir del centro de conmutación celular o determina el área de servicio celular que contiene el emplazamiento de la célula. Esto se muestra como la etapa 52 en la figura 3A.

Como alternativa a esta etapa 52, un teléfono celular puede determinar, a partir de las señales de comunicación transmitidas desde el emplazamiento celular, la ubicación o identidad del emplazamiento celular o el área de servicio celular. Esto será posible en los sistemas celulares de comunicaciones en los que el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular pueda detectar una señal de datos en la transmisión celular que identifique el emplazamiento celular o el área de servicio celular que contiene el emplazamiento celular. Un ejemplo de este tipo de sistema de comunicaciones es el sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA) de la Norma Norteamericana IS-95. En la IS-95, la transmisión del emplazamiento celular incluye la identidad del emplazamiento celular así como su latitud y longitud. Alternativamente, el emplazamiento celular se puede identificar mediante la secuencia de ensanchamiento particular transmitida por el emplazamiento celular (existen 512 posibilidades en la IS-95). Esta alternativa se describe de forma adicional posteriormente con la figura 3C. En el caso en el que el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular determine la identidad del emplazamiento celular o la identidad del área de servicio a partir de la señal de comunicaciones, entonces no es necesaria la etapa 52.

Haciendo referencia a la figura 3A, la etapa 54 se realiza haciendo que el emplazamiento celular transmita la ubicación del emplazamiento celular o la identidad del emplazamiento celular o la identidad del área de servicio celular hacia el sistema móvil de comunicaciones basado en la red celular. En la etapa 56, el sistema móvil de comunicaciones basado en la red celular transmite a continuación la ubicación o identidad del emplazamiento celular o el área de servicio celular que contiene el emplazamiento celular hacia un servidor SPS, tal como el servidor 26 mostrado en la figura 1, a través del emplazamiento celular.

En la etapa 58, el servidor SPS determina una pluralidad de valores Doppler aproximados para una pluralidad correspondiente de satélites teniendo en cuenta la ubicación aproximada a partir o bien de la ubicación del emplazamiento celular o bien de la identidad del emplazamiento celular o a partir de la identidad del área del servicio celular. Estos valores Doppler se pueden determinar a partir de información de posición y velocidad del satélite suministrada por satélites GPS en las porciones de Almanaque o efemérides de mensajes de datos transmitidos dentro de las señales GPS, como es bien sabido en la técnica. Las señales GPS pueden ser recibidas por un receptor en el servidor SPS o por un receptor remoto con respecto a este último. Típicamente, el servidor SPS determinará también el tiempo del día para aplicar una indicación de tiempo al valor Doppler aproximado en la ubicación aproximada. Alternativamente, si el valor Doppler aproximado se suministra desde una fuente de valores Doppler aproximados hacia el servidor SPS, y esta fuente de información ya tiene en cuenta el tiempo del día, entonces no es necesario que el servidor SPS determine el tiempo del día. A continuación, en la etapa 60, el servidor SPS transmite los valores Doppler aproximados hacia el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular a través del emplazamiento celular que está en comunicación con el sistema de comunicaciones basado en la red celular. En la etapa 62, el sistema de comunicaciones basado en la red celular usa los valores Doppler aproximados para que su receptor SPS reduzca el tiempo de procesamiento en la determinación de la posición del receptor SPS. Típicamente, por lo menos en algunas formas de realización, el cálculo de la posición se realiza en el servidor SPS después de que el servidor reciba datos de pseudodistancia del receptor GPS a través del emplazamiento celular y el centro de conmutación celular.

Se observa que el valor Doppler puede incluir un valor Doppler más la velocidad de cambio del valor Doppler con respecto al tiempo y/u otros ajustes matemáticos del valor Doppler con respecto al tiempo. La transmisión de dichos

ajustes al SPS móvil permite que el móvil calcule de forma precisa el valor Doppler durante periodos mucho más prolongados (por ejemplo, 1/2 hora) de lo que sería posible de otro modo.

Se apreciará que una forma de realización alternativa del método mostrado en la figura 3A puede incluir el uso de una tabla de consulta (u otro dispositivo de almacenamiento o cálculo) en el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular para determinar la ubicación aproximada (a partir de la identidad del emplazamiento celular o la identidad del área de servicio celular) que a continuación se envía al servidor SPS para recibir una información Doppler aproximada desde el servidor SPS. Como alternativa adicional a este método, la ubicación aproximada determinada en el sistema de comunicaciones basado en una red celular a partir de una tabla de consulta u otro dispositivo de memoria o cálculo se puede usar para determinar un valor Doppler aproximado que se almacena en una memoria o se obtiene a partir de información de almanaque de satélites que es recibida periódicamente desde satélites SPS o se envía hacia la misma desde el servidor SPS tal como se ha descrito anteriormente. Esta memoria asociaría la ubicación aproximada a los valores Doppler aproximados correspondientes de una manera similar a la mostrada en la figura 5.

La figura 3B muestra otra forma de realización en la que se usa una fuente de información basada en una red celular para obtener información Doppler aproximada que se usa en un receptor SPS. Esta forma de realización particular de la figura 3B también se puede considerar que es una circunstancia de emergencia "911" en la que el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular, tal como un teléfono celular que tiene un receptor SPS integrado, inicia el proceso transmitiendo una solicitud de posición. De este modo, el proceso de la figura 3B comienza en la etapa 70 en la que un sistema de comunicaciones basado en una red celular transmite una solicitud de posición a un emplazamiento celular de una célula. A continuación, en la etapa 72, el emplazamiento celular de la célula determina la ubicación del emplazamiento celular o la identidad del emplazamiento celular o la identidad del área de servicio celular. Alternativamente, esta información se podría obtener a partir del centro de conmutación celular si dicha información no se mantiene localmente en el emplazamiento celular. A continuación, en la etapa 74, el emplazamiento celular envía una ubicación de emplazamiento celular o una identidad de emplazamiento celular o una identidad de área de servicio celular hacia un receptor SPS habitualmente a través de un centro de conmutación celular. El emplazamiento celular también puede enviar el número de teléfono o el identificador del sistema de comunicaciones basado en una red celular para permitir que el servidor SPS se comunique directamente e identifique el sistema móvil de comunicaciones particular basado en una red celular que inició la solicitud de posición en la etapa 70. En la etapa 76, el servidor SPS determina el valor Doppler aproximado a partir de por lo menos una de entre la ubicación del emplazamiento celular o la identidad del emplazamiento celular o la identidad o ubicación del área de servicio. A continuación, en la etapa 78, el servidor SPS envía el valor Doppler aproximado al sistema de comunicaciones basado en una red celular. Esta transmisión se produce habitualmente a través del centro de conmutación celular y del emplazamiento celular. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1, el servidor SPS 26 puede transmitir la información Doppler aproximada a través del centro 24 de conmutación celular y el emplazamiento celular 13 hacia el receptor 16, y el centro 24 de conmutación puede recibir esta transmisión a través del sistema/red telefónico terrestre 28 o puede producirse a través de la conexión directa opcional 25. A continuación, en la etapa 80, el sistema de comunicaciones basado en una red celular usa el valor Doppler aproximado para que su receptor SPS determine pseudodistancias para por lo menos un satélite SPS o adquiera señales de por lo menos un satélite SPS.

En la figura 3C se muestra otra forma de realización, más específica. En este ejemplo, el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular comienza una transmisión celular, en la etapa 82, hacia un emplazamiento celular. A partir de las transmisiones consiguientes del emplazamiento celular, en la etapa 84, se determina la ubicación del emplazamiento celular (por ejemplo, latitud y longitud) o la identidad del emplazamiento celular (o quizás el área de servicio celular). En sistemas conforme a la norma CDMA IS-95, la latitud y la longitud del emplazamiento celular se transmiten desde el emplazamiento celular como parte de las transmisiones celulares desde el emplazamiento. En el CDMA, existe también un identificador de emplazamiento celular exclusivo que se puede enviar hacia el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular. A continuación, esta información se transmite, en la etapa 86, hacia el servidor SPS, que determina (en la etapa 88) los valores Doppler aproximados y transmite estos valores Doppler (etapa 90) hacia el sistema de comunicaciones basado en una red celular.

La figura 4A muestra otro método en el que se usa una fuente de información basada en una red celular para obtener una ubicación aproximada a partir de la que se obtiene información Doppler aproximada para la ubicación aproximada y la misma es usada por un receptor SPS. El método de la figura 4A implica uno en el que la operación de posición es iniciada por el servidor SPS o por algún otro sistema en lugar de por el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular que incluye un receptor SPS, tal como el receptor 16 mostrado en la figura 1. El método de la figura 4A comienza en la etapa 300 en la que el servidor SPS solicita un punto (fix) de posición de un sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular, que incluye un receptor SPS. Típicamente, el sistema específico de comunicaciones basado en una red celular será especificado por un número de teléfono u otro identificador. La solicitud de posición se transmite normalmente en la etapa 302 a través de un centro de conmutación celular hacia una pluralidad de emplazamientos celulares. Tal como se muestra en la figura 1, el servidor GPS 26 transmitiría la solicitud de posición o bien directamente a través de la conexión 25 o la conexión 25b o bien a través de la conexión 27 y la red 28 hacia el centro 24 de conmutación celular que a continuación provocaría la transmisión de la solicitud de posición hacia los emplazamientos celulares 13, 15, 19 y 21. En la etapa 304, los emplazamientos celulares transmiten la solicitud de posición y, quizás, la identidad del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la identidad o ubicación del área de servicio que contiene el emplazamiento celular hacia el sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular. Nuevamente, puede darse el caso de que la transmisión del emplazamiento celular contenga inherentemente la ubicación y/o identidad del emplazamiento celular, tal como en

la norma CDMA IS-95 mencionada anteriormente; por lo tanto, en dichas situaciones no se requiere ninguna acción especial del emplazamiento celular. En la etapa 306, el sistema específico de comunicaciones basado en una red celular responde a un emplazamiento celular que se comunica con el sistema específico. Esta respuesta puede incluir el envío de la identificación del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la identidad o la ubicación del área de servicio que contiene el emplazamiento celular hacia el servidor SPS a través del emplazamiento celular. En la etapa 308, el servidor SPS recibe información que especifica el sistema específico de comunicaciones basado en una red celular y por lo menos una de entre la identificación del emplazamiento celular, o la ubicación del emplazamiento celular, o la identificación o ubicación del área de servicio. A continuación, el servidor SPS determina una pluralidad de valores Doppler aproximados para una pluralidad correspondiente de satélites teniendo en cuenta el emplazamiento celular que está en comunicación con el sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular, a partir de por lo menos una de entre la identificación del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la identificación o ubicación del área de servicio. Típicamente, también se usará el tiempo del día para determinar el valor Doppler aproximado si no hay disponible para el servidor SPS una base de datos que tenga esta información. En la etapa 310, el servidor SPS transmite valores Doppler aproximados hacia el sistema de comunicaciones basado en una red celular típicamente a través del emplazamiento celular. A continuación, en la etapa 312, el sistema de comunicaciones basado en una red celular usa los valores Doppler aproximados para su receptor SPS.

La figura 4B muestra todavía otra forma de realización de un método en el que se usa una fuente de información basada en una red celular para obtener una ubicación aproximada que, a continuación, se usa para obtener valores Doppler aproximados para su uso en un receptor SPS que está en comunicación con emplazamientos celulares o un emplazamiento celular en un sistema de comunicaciones basado en una red celular. El método de la figura 4B comienza en la etapa 320 en la que el servidor SPS solicita un punto (fix) de posición de un sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular, que incluye un receptor SPS. Típicamente, este sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular se especifica mediante un número de teléfono u otro identificador. En la etapa 322, la solicitud de posición se transmite normalmente a través de un centro de conmutación celular hacia una pluralidad de emplazamientos celulares. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1, el servidor SPS 26 puede transmitir la solicitud de posición directamente hacia el centro 24 de conmutación celular a través del enlace 25 de comunicaciones o indirectamente a través del enlace 27, la red 28, y el enlace 30. A continuación, el centro 24 de conmutación celular transportará la solicitud de posición hacia varios emplazamientos celulares. Se apreciará que la solicitud de posición planteada por el servidor SPS en la etapa 320 puede iniciarse realmente a partir de un terminal interrogador 29 que puede ser un sistema de ordenador hecho funcionar por un usuario que desee conocer la ubicación de un sistema móvil particular de comunicaciones basado en una red celular, tal como el receptor GPS móvil 16, o el receptor móvil 17 según se muestra en la figura 1. Se apreciará que también se puede usar una alternativa del método de la figura 3C en la situación de la figura 4A en la que el servidor SPS (o algún otro sistema) solicita la posición del receptor SPS móvil.

En la etapa 324, los emplazamientos celulares, tras haber recibido la solicitud de posición, transmiten la solicitud de posición y quizás también transmiten la identificación del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la ubicación o identificación del área de servicio que contiene el emplazamiento celular hacia el sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular. En la etapa 326, el sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular responde a un emplazamiento celular en particular, que se comunica con el sistema específico. Esta respuesta puede incluir una señal de confirmación (o la información transmitida opcionalmente tal como la identidad del emplazamiento celular) que es devuelta al emplazamiento celular el cual, a continuación, envía la identificación del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la identificación o ubicación del área de servicio a través del centro de conmutación celular hacia el servidor SPS. En la etapa 328, el servidor SPS recibe la información que especifica el sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular y recibe también por lo menos una de entre la identificación del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la identificación o ubicación del área de servicio. A continuación, el servidor SPS determina una pluralidad de valores Doppler aproximados para una pluralidad correspondiente de satélites teniendo en cuenta el emplazamiento celular (o ubicación aproximada) a partir de una de las informaciones proporcionadas tales como la identificación del emplazamiento celular o la ubicación del emplazamiento celular o la identificación o ubicación del área de servicio celular. Típicamente, el servidor SPS determinará también el tiempo del día que se usa para seleccionar el conjunto en particular de valores Doppler para la ubicación aproximada en el tiempo determinado del día. En la etapa 330, el servidor SPS transmite la información Doppler aproximada hacia el sistema de comunicaciones basado en una red celular, a través del centro de conmutación celular y el emplazamiento celular particular que está en comunicación con el sistema móvil específico de comunicaciones basado en una red celular. En la etapa 332, el sistema móvil de comunicaciones basado en una red celular usa los valores Doppler aproximados para su receptor SPS según la manera descrita en el presente documento.

La figura 5 muestra un ejemplo de una fuente de información basada en una red celular, que, en una forma de realización, se puede mantener en un servidor SPS tal como el servidor GPS 26 mostrado en la figura 1. Alternativamente, esta fuente de información se puede mantener en un centro de conmutación celular tal como el centro 24 de conmutación celular de la figura 1 o en cada emplazamiento celular, tal como el emplazamiento celular 13 mostrado en la figura 1. No obstante, típicamente, esta fuente de información se mantiene y se actualiza rutinariamente en el servidor SPS que está acoplado al centro de conmutación celular. La fuente de información puede mantener los datos en varios formatos, y se apreciará que el formato mostrado en la figura 5 solamente ilustra un ejemplo de este formato. Típicamente, cada conjunto de informaciones Doppler en un instante de tiempo en particular, tal como el conjunto



Doppler A1 en el tiempo T1 incluirá una ubicación o identificación correspondiente para un emplazamiento celular o un área de servicio. Por ejemplo, en el caso de los conjuntos Doppler A1 y A2, existe una identificación correspondiente del área de servicio celular A así como la latitud y la longitud para esta área de servicio. Se apreciará que, típicamente, esta latitud y longitud serán una ubicación “media” que está ubicada de forma general centrada dentro de la región geográfica del área de servicio celular. No obstante, se pueden utilizar otras aproximaciones posibles particularmente cuando el área de servicio celular incluye terrenos que no se usan. Tal como se muestra en la figura 5, la fuente de información basada en una red celular incluye una columna que especifica el área de servicio celular, columna 325a, y una columna 325b que especifica una identificación o número de emplazamiento celular. Obsérvese que para el área de servicio celular A no existe especificación de la identificación o ubicación del emplazamiento celular y, por lo tanto, la ubicación aproximada se basa en una ubicación correspondiente al área de servicio celular y, por lo tanto, los valores Doppler aproximados A1 y A2 se basan en esta ubicación dependiendo del tiempo del día, en particular, designado por los tiempos T1 y T2. La columna 325c incluye una especificación de la latitud y longitud para la ubicación particular del área de servicio, y la columna 325d incluye una especificación de la latitud y longitud para la ubicación del emplazamiento celular particular dentro del área de servicio celular.

La figura 6 muestra un ejemplo de un servidor SPS 350, que incluye 6 elementos. Estos elementos son la unidad 351 de procesamiento de datos, que puede ser un sistema de ordenador, el módem u otra interfaz 352, el módem u otra interfaz 353, el módem u otra interfaz 354, el dispositivo 355 de almacenamiento masivo, y opcionalmente un receptor GPS 356. Este servidor SPS 350 se puede acoplar a tres redes diferentes mostradas como redes 360, 362 y 364. En particular, la red 360 incluye el centro o centros de conmutación celular y/o los conmutadores del sistema telefónico terrestre o los emplazamientos celulares. En la figura 1 se muestra un ejemplo de esta red en el que el servidor GPS 26 representa el servidor SPS 350 de la figura 6. De este modo, se puede considerar que la red 360 incluye los centros 24 y 24b de conmutación celular y el sistema/red telefónico terrestre 28 y el área 11 de servicio celular así como células 18 y 20. Se puede considerar que la red 364 incluye el terminal interrogador 29 de la figura 1 así como otros sistemas de ordenador que están acoplados al servidor GPS 26 y que se pueden usar para interrogar al servidor GPS 26 con el fin de obtener información de posición de los receptores SPS móviles ubicados en las diversas células del sistema de comunicaciones basado en una red celular.

La red 362, que no se muestra en la figura 1, es una red de receptores GPS que proporcionan información GPS de corrección diferencial y que proporcionan datos de señales GPS (por ejemplo, efemérides) a la unidad de procesamiento de datos. Puede que el suministro de señales GPS desde esta red 362 no sea necesario cuando el receptor GPS 356 esté dispuesto en el servidor SPS 350. No obstante, si el servidor presta servicio a un área geográfica muy extensa, un receptor local 356 no podrá observar todos los satélites GPS que se encuentran a la vista de receptores SPS móviles por toda esta área.

Tal como se muestra en la figura 6, los medios 355 de almacenamiento masivo, en una forma de realización, incluirán medios de almacenamiento para software con el fin de realizar los cálculos de la posición GPS después de recibir pseudodistancias de los receptores GPS móviles, tales como el receptor 16, a través del emplazamiento celular y el centro de conmutación celular y el módem u otra interfaz 353. Los medios 355 de almacenamiento masivo incluyen también medios de almacenamiento para la fuente de información basada en una red celular, tal como la fuente de información mostrada en la figura 5.

Se apreciará que la unidad 351 de procesamiento de datos puede ser un sistema de ordenador digital convencional, y el receptor GPS opcional 356 puede ser un receptor GPS convencional que proporcione una salida que tenga datos Doppler y/u otros datos de satélites, tales como datos de efemérides de satélites, que se proporcionan como entrada a la unidad de procesamiento de datos. Se apreciará que los datos de efemérides de satélites se usan de una manera convencional con las pseudodistancias obtenidas del receptor GPS móvil con el fin de calcular la información de posición (por ejemplo, latitud, longitud y opcionalmente altitud) para el receptor GPS móvil. Las interfaces 352, 353 y 354 pueden ser, cada una de ellas, un módem u otra interfaz adecuada para acoplar la unidad de procesamiento de datos a otros sistemas de ordenador en el caso de la red 364 y a sistemas de comunicaciones basados en redes celulares en el caso del módem 353 y la red 360. De modo similar, el módem u otra interfaz 354 proporciona una conexión entre la fuente de señales GPS, que puede ser una red de receptores GPS que proporcione información GPS de corrección diferencial apropiada de una ubicación. Se apreciará que esta red 362 incluye una agrupación dispersa de receptores GPS dispersados sobre una región geográfica y que la información GPS de corrección diferencial obtenida a partir de un receptor cerca del emplazamiento celular o área de servicio celular que está comunicándose con el receptor GPS móvil a través del sistema de comunicaciones basado en una red celular proporcionará información GPS de corrección diferencial que resulta apropiada para la ubicación aproximada del receptor SPS.

La figura 7A muestra un sistema combinado generalizado GPS y de transceptor de comunicaciones. El sistema 375 incluye un receptor GPS 376 que tiene una antena GPS 377 y un transceptor 378 de comunicaciones que tiene una antena 379 de comunicaciones. El receptor GPS 376 está acoplado al transceptor 378 de comunicaciones a través de la conexión 380 mostrada en la figura 7A. En el funcionamiento normal, el transceptor 378 del sistema de comunicaciones recibe información Doppler aproximada a través de la antena 379 y proporciona esta información Doppler aproximada, a través del enlace 380, al receptor GPS 376 que realiza la determinación de la pseudodistancia recibiendo las señales GPS de los satélites GPS a través de la antena GPS 377. En la técnica se conocen varias formas de realización para el sistema combinado 375, y las mismas se han descrito en las solicitudes en trámite a las que se ha hecho referencia anteriormente.

La figura 7B muestra un ejemplo particular de un sistema integrado GPS y de comunicaciones que tiene una circuitería compartida entre los dos sistemas. Este ejemplo particular de un sistema combinado GPS y de comunicaciones se ha descrito en la patente US n° 6.002.363. El sistema 375 de la figura 7A o el sistema mostrado en la figura 7B, así como numerosos sistemas de comunicaciones alternativos que tienen receptores SPS, se pueden utilizar con los métodos de la presente invención para funcionar en sistemas de comunicaciones basados en redes celulares.

En la figura 8 se muestra otro aspecto que se refiere a la radiodifusión de una pluralidad de datos Doppler aproximados desde un transmisor celular inalámbrico. Este método utiliza una ubicación de la red basada en una red celular para determinar una pluralidad de datos Doppler aproximados. El método comienza en la etapa 501 en la que se determina una pluralidad de datos Doppler aproximados a partir de una ubicación aproximada. Esta ubicación se basa típicamente en por lo menos una de entre una ubicación de un emplazamiento celular inalámbrico o una ubicación de un área de servicio celular que incluye el emplazamiento celular inalámbrico. Esta ubicación aproximada representa la ubicación aproximada de un receptor SPS en el emplazamiento celular o el área de servicio celular. Se apreciará que la ubicación de un emplazamiento celular inalámbrico fijo es conocida; no obstante, la ubicación aproximada a la que se hace referencia en este caso es la ubicación aproximada del receptor SPS basada en la ubicación del emplazamiento celular inalámbrico o el área de servicio celular. En la etapa 503, la pluralidad de datos Doppler aproximados se radiodifunde desde un transmisor celular inalámbrico hacia una pluralidad de receptores SPS a los que presta servicio el emplazamiento celular inalámbrico. En la etapa 505, el emplazamiento celular inalámbrico recibe una pluralidad de pseudodistancias desde un receptor SPS. Típicamente, esta información se reenvía a un servidor GPS que combina la pluralidad de pseudodistancias con los datos de efemérides para determinar la posición del receptor SPS. Típicamente, tal como se muestra en la etapa 507, la pluralidad de pseudodistancias se usa con la ubicación aproximada para determinar la posición del receptor SPS. La ubicación aproximada permite que los cálculos de posición realizados por el servidor SPS converjan rápidamente hacia una solución de posición.

La figura 9 ilustra otro aspecto que se refiere a un método para transmitir datos de efemérides de satélite apropiados para una ubicación desde un emplazamiento celular inalámbrico, habiéndose determinado dichos datos de efemérides de satélite apropiados para dicha ubicación sobre la base de una ubicación a partir de una fuente de información basada en una red celular. La ubicación representa una ubicación aproximada de un receptor SPS en la célula o área de servicio celular que está comunicándose con el receptor SPS. La ubicación se determina en la etapa 530 a partir de una fuente de información basada en una red celular. Esta ubicación se basa en por lo menos una de entre una ubicación de un área de servicio celular o una ubicación de un emplazamiento celular inalámbrico en el área de servicio celular y representa nuevamente la ubicación aproximada del receptor SPS al que está prestando servicio el emplazamiento celular inalámbrico. En la etapa 532, se determina una pluralidad de datos de efemérides de satélite para una pluralidad correspondiente de satélites que se encuentran a la vista de la ubicación determinada en la etapa 530. A continuación, en la etapa 534, la pluralidad de datos de efemérides de satélite se transmite desde el emplazamiento celular inalámbrico hacia un receptor SPS en el área de servicio celular. De esta manera, un receptor SPS puede usar los datos de efemérides junto con pseudodistancias determinadas en el receptor SPS para calcular la posición del receptor SPS en lugar de la circunstancia en la que una estación de procesamiento remota, tal como el servidor GPS 26, realiza el cálculo de la posición. El método de la figura 9 se puede usar alternativamente de una manera tal en la que los datos de efemérides de satélite se usen para calcular el valor Doppler en el receptor SPS, y el receptor SPS usa la información Doppler aproximada para reducir tiempo de procesamiento en la determinación de pseudodistancias en el receptor SPS; estas pseudodistancias se transmiten de vuelta a un servidor GPS que combina los datos de efemérides de satélite con las pseudodistancias para determinar una información de posición para el receptor SPS.

A continuación se describirá un aspecto de la presente invención haciendo referencia a las figuras 10A y 10B así como las figuras 11A y 11B. Según este aspecto, se describen métodos y aparatos para sincronizar un oscilador local GPS por medio de una sincronización con una modulación de señal de telefonía celular en el caso de por lo menos una forma de realización.

La adquisición rápida de señales GPS por parte de receptores GPS viene facilitada por el conocimiento de la frecuencia portadora de estas señales. La frecuencia portadora ideal, sin Doppler y otros efectos, es 1.575,42 MHz. La ubicación y el movimiento del satélite y el receptor GPS dan como resultado un desplazamiento de la señal de hasta aproximadamente  $\pm 4$  kHz. Adicionalmente, la estabilidad del oscilador local del receptor GPS puede contribuir a errores de frecuencia significativos. Por ejemplo, un oscilador de cristal controlado por temperatura, muy estable, tiene una estabilidad de 1 parte por millón en un intervalo amplio de temperaturas, lo cual contribuye a un error de frecuencia de hasta  $\pm 1,6$  kHz. Hay disponibles osciladores de mayor estabilidad; no obstante, dichos osciladores son caros y presentan un consumo elevado de potencia. Se describe aquí un método alternativo para producir un oscilador local estable en el receptor GPS, cuando dicho receptor se conecta a un teléfono celular u otro dispositivo de comunicaciones celular, tal como un buscador o módem de datos.

La mayoría de señales de comunicaciones celulares, y especialmente los tipos digitales, se modulan sobre portadoras con alta estabilidad. Un receptor celular se puede enganchar en fase o frecuencia a una portadora de este tipo y, por lo tanto, proporcionar dentro del receptor un oscilador local con una estabilidad similarmente elevada. Este oscilador se puede usar como referencia en un sintetizador de frecuencias para producir el oscilador local estable de la señal GPS. Este planteamiento se ha descrito anteriormente en las patentes US n° 5.874.914 y US n° 5.841.396. A este método se le hace referencia como el "método de sincronización de portadora" en la siguiente descripción.

Uno de los problemas con este método de sincronización de portadora es que las señales de comunicaciones celulares utilizan frecuentemente frecuencias portadoras que varían de una transmisión a otra. Además, algunas de estas señales, también varían su frecuencia portadora dentro de una transmisión, los denominados saltos de frecuencia; un ejemplo de esto es la normativa celular digital GSM utilizada ampliamente en Europa. Estas variaciones de frecuencia pueden añadir complejidad al planteamiento de sincronización descrito anteriormente, sobre la base de la frecuencia portadora de la señal. Adicionalmente, el método de sincronización de portadora puede conllevar una modificación significativa sobre circuitos de síntesis de frecuencia de un receptor celular, lo cual puede incurrir en costes elevados y/o limitaciones del rendimiento.

Una alternativa al método de sincronización de portadora, que es la materia de un aspecto de la presente invención, es el “método de sincronización por modulación”. En este método, se obtiene una frecuencia estable a partir de la señal celular recibida después de que se haya extraído su portadora. La mayoría de sistemas celulares digitales utilizan velocidades de modulación estables elevadas para permitir la transmisión de datos digitales en una condición compartida o “multiplexada” con otras transmisiones. Un ejemplo de esto es la señal GSM mencionada anteriormente que transmite señales en ráfagas de intervalos de tiempo que duran 0,577 milisegundos y que tiene una velocidad de datos de aproximadamente 270,83 kHz (con mayor precisión  $13/48$  1 MHz). Los datos dentro de cada una de estas ráfagas se transmiten usando una modulación por desplazamiento mínimo con filtro Gaussiano (GMSK), que es una forma de modulación por desplazamiento de frecuencia. Un segundo ejemplo es la norma celular digital del acceso múltiple por división de código (CDMA) para Norteamérica (IS-95), que utiliza una señalización de espectro ensanchado. En este sistema, una “secuencia de ensanchamiento” modulada por desplazamiento de fase de alta velocidad se modula sobre una portadora a una velocidad 1,2288 MHz. Esta velocidad es muy estable y la temporización de los símbolos o “segmentos”, que constituyen la señal está enlazada con el altamente estable Sistema de Posicionamiento Global. En ambos ejemplos mencionados, un oscilador local en el receptor GPS se puede enganchar en fase o frecuencia a una de estas velocidades de modulación, proporcionando de este modo una alta estabilidad al oscilador local.

Las ventajas del método de sincronización por modulación incluyen (A) la velocidad de modulación es independiente de la frecuencia portadora de la transmisión y (B) el suministro de esta velocidad de modulación al receptor GPS requiere frecuentemente pocos cambios en los circuitos de síntesis de frecuencia del receptor celular. En muchos casos se espera que estas ventajas conduzcan a costes menores que el método de sincronización de portadora, aunque la menor frecuencia de la velocidad de modulación puede hacer que resulte más sensible a diversas fuentes de ruido y fluctuación.

Para mostrar formas de realización de la presente invención se proporcionarán a continuación dos ejemplos del método de sincronización por modulación. La figura 10A muestra un aparato que puede utilizar el método aplicado a la situación para la norma celular CDMA IS-95. Una señal proveniente de la estación base celular (por ejemplo, el emplazamiento celular 13) es recibida por la antena 101, convertida a una IF apropiada a través del conversor RF a IF 102 y enviada al circuito o subsistema 103 de adquisición y seguimiento de PN, siendo todos ellos parte del receptor telefónico celular 120. El circuito de adquisición de PN adquiere y realiza un seguimiento de la secuencia pseudoaleatoria CDMA (frecuencia y fase) que se modula sobre la portadora a una velocidad de 1,2288 MHz. En una forma de realización típica, este seguimiento se realiza usando un oscilador 104 controlado por voltaje, o sintonizable, que acciona un generador de PN. Este VCO 104 se puede poner en práctica en un formato analógico o digital. Frecuentemente, este oscilador se ajusta en frecuencia de manera que sea dos veces la de la velocidad de la PN recibida; esto permite un seguimiento continuo de la señal PN. En la figura 1, el VCO 104 se ejecuta a dos veces la velocidad de la PN, o de segmentos, es decir, 2,4567 MHz. Es bien sabido en la técnica que la utilización de una velocidad de reloj a dos veces (o un múltiplo de la misma) la velocidad de segmentos recibidos permite una construcción de un sistema de seguimiento de buena calidad que utiliza un bucle de seguimiento de PN de anticipación/retraso (early/late).

Tal como se ha mencionado, la señal CDMA recibida tiene una modulación de PN altamente estable, enganchada al tiempo GPS (excepto bajo ciertas condiciones de interrupción del servicio). Por lo tanto, el reloj de 2,4567 MHz suministrado del circuito de adquisición de PN tendrá normalmente una estabilidad de largo plazo muy buena.

Su estabilidad de corto plazo, o ruido de fase, es principalmente una función de la calidad del bucle de seguimiento descrito anteriormente. Este reloj se puede proporcionar a un circuito 121 de bucle de enganche de fase cuya finalidad es enganchar en fase y frecuencia un segundo oscilador 109 a este reloj. Este segundo oscilador tiene una frecuencia de 4,096 MHz y se usa como referencia de frecuencia para el sintetizador 112 de frecuencias del receptor GPS. Esta frecuencia es un múltiplo de 1,024 MHz, que se puede usar en sistemas GPS y se describe detalladamente en la patente US nº 5.663.734. La frecuencia del VCO de PN 2,4576 MHz cuando se divide por 3 da como resultado 819,2 kHz, que es un valor idéntico a la frecuencia de referencia GPS 4,096 MHz dividida por 5. Por lo tanto, el uso de dos divisores 105 y 106 en el bucle 121 de enganche de fase junto con un detector 107 de fase convencional y un filtro 108 de bucle permite el enganche en fase del oscilador 109 al 104 de una manera convencional. Esta circuitería es muy sencilla y económica de construir, especialmente en forma de circuito integrado.

El oscilador 109 enganchado en fase se usa como referencia para el sintetizador 112 de frecuencias GPS que produce osciladores locales para un conversor 111 de RF a IF GPS y un reloj de muestreo para el procesador 113 de la señal GPS. En particular, para procesar las señales GPS resulta adecuado un reloj de muestreo de 4,096 MHz, tal como se explica en la patente US nº 5.663.734.

La aplicación de la presente invención al formato de señalización GSM es similar al CDMA, excepto que la velocidad de modulación principal de símbolos del GSM, a saber 270,833 kHz, no tiene factores comunes adecuados con la frecuencia de referencia mencionada anteriormente de 4,096 MHz del receptor GPS. No obstante, se pueden utilizar formas de realización alternativas del receptor GPS que sí tienen factores comunes buenos. Por ejemplo, algunos receptores GPS utilizan un oscilador de referencia de 10 MHz. Como 270,833 kHz por 48/13 es igual a 1 MHz, resulta sencillo enganchar en fase un oscilador de referencia de 10 MHz a la velocidad de símbolos GSM por medio de un planteamiento similar al de la figura 10A.

No obstante, incluso si el GPS utiliza una referencia de 4,096 MHz, sigue siendo posible modificar ligeramente el sistema de la figura 10A para adaptarse a esta situación. Esto se ilustra en la figura 10B. En este caso, el VCO 204 en el receptor 220 de comunicaciones se engancha a 8 veces la velocidad de símbolos TDMA por medio del circuito 203 de adquisición y seguimiento. La salida VCO del VCO 204 se suministra a un sintetizador 221a digital directo (DDS) de frecuencia, al que se hace referencia en ocasiones como oscilador controlado numéricamente (NCO). Este dispositivo, bien conocido en la técnica, consta de un acumulador de fase digital, una tabla de consulta sinusoidal para generar muestras digitales de una senoide, y un conversor D/A y un filtro pasabajo para crear una señal analógica a partir de las muestras digitales. En el ejemplo de la figura 10B, el DDS se programa a la frecuencia 0,23631 como una fracción de la frecuencia de entrada 2,167 MHz, de manera que se produce una salida de 512 kHz. El sintetizador 212 de frecuencias puede utilizar la referencia de 512 kHz de la figura 10B de una manera similar a los 4,096 MHz de la figura 10A, ya que estos últimos son un múltiplo de los primeros. Una desventaja del DDS en algunas aplicaciones es que puede resultar más costoso que un bucle de enganche de fase analógico convencional; no obstante, en algunos casos, este coste, que viene dictado por el coste del conversor D/A mencionado anteriormente, se puede reducir usando un conversor D/A de un solo bit. Esto requiere una elección acertada de la frecuencia programada exacta del DDS de manera que los picos resultantes queden fuera del ancho de banda del bucle del sintetizador 212 de frecuencias que se engancha en fase a esta referencia.

La figura 11A ilustra un método generalizado realizado según la presente invención mediante los sistemas mostrados en la figuras o bien 10A o bien 10B. En la etapa 602, se recibe la señal de comunicaciones. Esta señal de comunicaciones tiene una señal de datos modulada sobre una frecuencia portadora. En la etapa 604, a partir de la señal de datos se extrae una señal de referencia. Esta señal de referencia, en los ejemplos de las figuras 10A y 10B, es la salida del VCO en la circuitería de transición y seguimiento del receptor de comunicaciones. Esta señal de referencia se usa en la etapa 606 para proporcionar una señal de oscilador local con el fin de adquirir las señales SPS. Los ejemplos de las figuras 10A y 10B ilustran dos ejemplos en los que se puede usar la señal de referencia. En uno de los casos, la señal de referencia se usa en un bucle de enganche de fase para generar otra salida de reloj que se usa como referencia para un sintetizador de frecuencias que acciona el conversor de RF a IF según se muestra en la figura 10A. La figura 11B muestra una implementación más específica de la presente invención en una forma de realización. En esta forma de realización, se adquiere y se realiza un seguimiento de la señal de datos que se modula sobre la frecuencia portadora. Se genera una primera señal de oscilador local que es corregida por la señal de datos de la que se realiza el seguimiento. A continuación, la primera señal de oscilador local se usa para generar una segunda señal de oscilador local que se utiliza para adquirir las señales GPS de satélites GPS.

Se apreciará que la información Doppler que se transmite hacia un receptor SPS según la presente invención puede incluir no solamente valores Doppler aproximados con respecto a cada satélite a la vista del receptor SPS, sino también la velocidad de cambio para cada valor Doppler aproximado. La información Doppler aproximada se puede expresar alternativamente en forma de ecuaciones cuadráticas o representaciones matemáticas más sofisticadas que pueden ser válidas durante aproximadamente media hora a partir de momento en el que las mismas se determinaron originalmente.

Se puede calcular un valor Doppler aproximado calculando la distancia del dispositivo remoto a los satélites de interés en instantes de tiempo separados por un intervalo apropiado (por ejemplo, 1 segundo). Esto se realiza utilizando los datos de Almanaque suministrados y la posición de usuario aproximada (por ejemplo, basándose en la ubicación fija del emplazamiento celular en un sistema de telefonía celular). La diferencia en estas distancias es un coeficiente de distancia, que se puede dividir por la velocidad de la luz para producir un valor Doppler expresado en segundos por segundo (u otro conjunto adecuado de unidades tales como nanosegundos por segundo).

Aunque los métodos y aparatos de la presente invención se han descrito haciendo referencia a satélites GPS, se apreciará que los aspectos dados a conocer son aplicables también a sistemas de posicionamiento que utilicen pseudosatélites (*pseudolites*) o una combinación de satélites y pseudosatélites. Los pseudosatélites son transmisores de base terrestre que radiodifunden un código PN (similar a una señal GPS) modulado sobre una señal portadora de banda L, sincronizada generalmente con el tiempo GPS. A cada transmisor se le puede asignar un código PN exclusivo para permitir su identificación por un receptor remoto. Los pseudosatélites son útiles en situaciones en las que las señales GPS de un satélite en órbita podrían no estar disponibles, tales como túneles, minas, edificios u otras áreas cerradas. El término "satélite", tal como se usa en el presente documento, está destinado a incluir pseudosatélite o equivalentes de pseudosatélites, y la expresión señales GPS, tal como se usa en el presente documento, está destinada a incluir señales de tipo GPS de pseudosatélites o equivalentes de pseudosatélites.

En la descripción anterior, la invención se ha descrito haciendo referencia a una aplicación sobre el Sistema de Satélites de Posicionamiento Global (GPS) de Estados Unidos. No obstante, debería resultar evidente que estos métodos son aplicables asimismo a sistemas similares de posicionamiento por satélite, y, en particular, al sistema ruso Glonass. El sistema Glonass es diferente principalmente con respecto al sistema GPS en que las emisiones de satélites dife-

## ES 2 336 979 T3

rentes se diferencian entre sí utilizando frecuencias portadoras ligeramente diferentes, en lugar de utilizando códigos pseudoaleatorios diferentes. En esta situación, son aplicables sustancialmente toda la circuitería y algoritmos descritos anteriormente con la excepción de que, cuando se procesa una emisión de un nuevo satélite, se usa un multiplicador exponencial diferente correspondiente a las diferentes frecuencias portadoras para preprocesar los datos. El término “GPS” usado en el presente caso incluye dichos sistemas alternativos de posicionamiento por satélite, incluyendo el sistema ruso Glonass.

Se apreciará que los diversos aspectos de la presente invención se pueden usar en unidades móviles GPS que tengan arquitecturas tales como las que se describen en la patente US n° 6.002.363.

En la descripción anterior, la invención se ha descrito haciendo referencia a formas de realización ilustrativas específicas de la misma. No obstante, resultará evidente que en dichas formas de realización se pueden aplicar varias modificaciones y cambios sin apartarse por ello del alcance de la invención según se expone en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse a título ilustrativo y no limitativo.

# REIVINDICACIONES

1. Método para proporcionar una señal de oscilador local en un receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS), comprendiendo dicho método:
  - recibir (602) una señal que tiene una frecuencia portadora y una señal de datos modulada sobre dicha frecuencia portadora;**caracterizado** porque la señal es una señal celular recibida de un emplazamiento celular a través de un emplazamiento celular, comprendiendo además el método:
  - extraer (604) una señal de referencia a partir de dicha señal de datos modulada sobre dicha frecuencia portadora después de que haya sido eliminada su portadora;
  - utilizar (606) dicha señal de referencia para proporcionar una señal de oscilador local con el fin de adquirir señales SPS.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha señal de datos modulada sobre dicha frecuencia portadora comprende una secuencia pseudoaleatoria.
3. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha señal funciona o bien en un sistema de acceso múltiple por división de código, o bien en un sistema de acceso múltiple por división de tiempo.
4. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha etapa (604) de extracción comprende engancharse automáticamente a dicha señal de datos modulada sobre dicha frecuencia portadora.
5. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha etapa (606) de uso comprende la comparación de dicha señal de referencia con una señal de oscilador generada por un oscilador local en dicho receptor SPS.
6. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque dicha etapa (606) de uso comprende el suministro de dicha señal de referencia a un sintetizador (112, 212) de frecuencias y la generación de dicha señal de oscilador local a partir de dicha señal de referencia y dicho sintetizador (112, 212) de frecuencias.
7. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha señal de oscilador se calibra mediante dicha señal de referencia para proporcionar dicha señal de oscilador local.
8. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha señal de datos modulada sobre dicha frecuencia portadora es una señal digital.
9. Receptor móvil de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) y receptor de comunicaciones combinados, comprendiendo dicho receptor SPS y dicho receptor de comunicaciones:
  - una primera antena (101, 201) que recibe una señal de comunicaciones que tiene una señal de datos modulada sobre una frecuencia portadora;**caracterizados** porque la señal es una señal celular recibida de un emplazamiento celular a través de un enlace celular, comprendiendo además dicho receptor SPS y dicho receptor de comunicaciones:
  - un circuito (103, 203) de adquisición y seguimiento de señales de datos acoplado a dicha primera antena, produciendo dicho circuito de adquisición y seguimiento una señal de referencia a partir de la señal de datos después de que se haya eliminado su portadora;
  - un sintetizador (112, 212) de frecuencias acoplado a dicho circuito de adquisición y seguimiento para recibir dicha señal de referencia, proporcionando dicho sintetizador de frecuencias una señal de oscilador local para adquirir señales SPS en dicho receptor SPS.
10. Receptor SPS y receptor de comunicaciones combinados según la reivindicación 9, **caracterizados** porque comprenden además:
  - un oscilador controlado por voltaje (VCO) en dicho circuito (103, 203) de adquisición y seguimiento, proporcionando dicho VCO dicha señal de referencia; y en los que
  - dicha señal de datos comprende una secuencia pseudoaleatoria.
11. Receptor SPS y receptor de comunicaciones combinados según la reivindicación 9, **caracterizados** porque dicha señal de referencia se genera mediante enganche a dicha señal de datos.

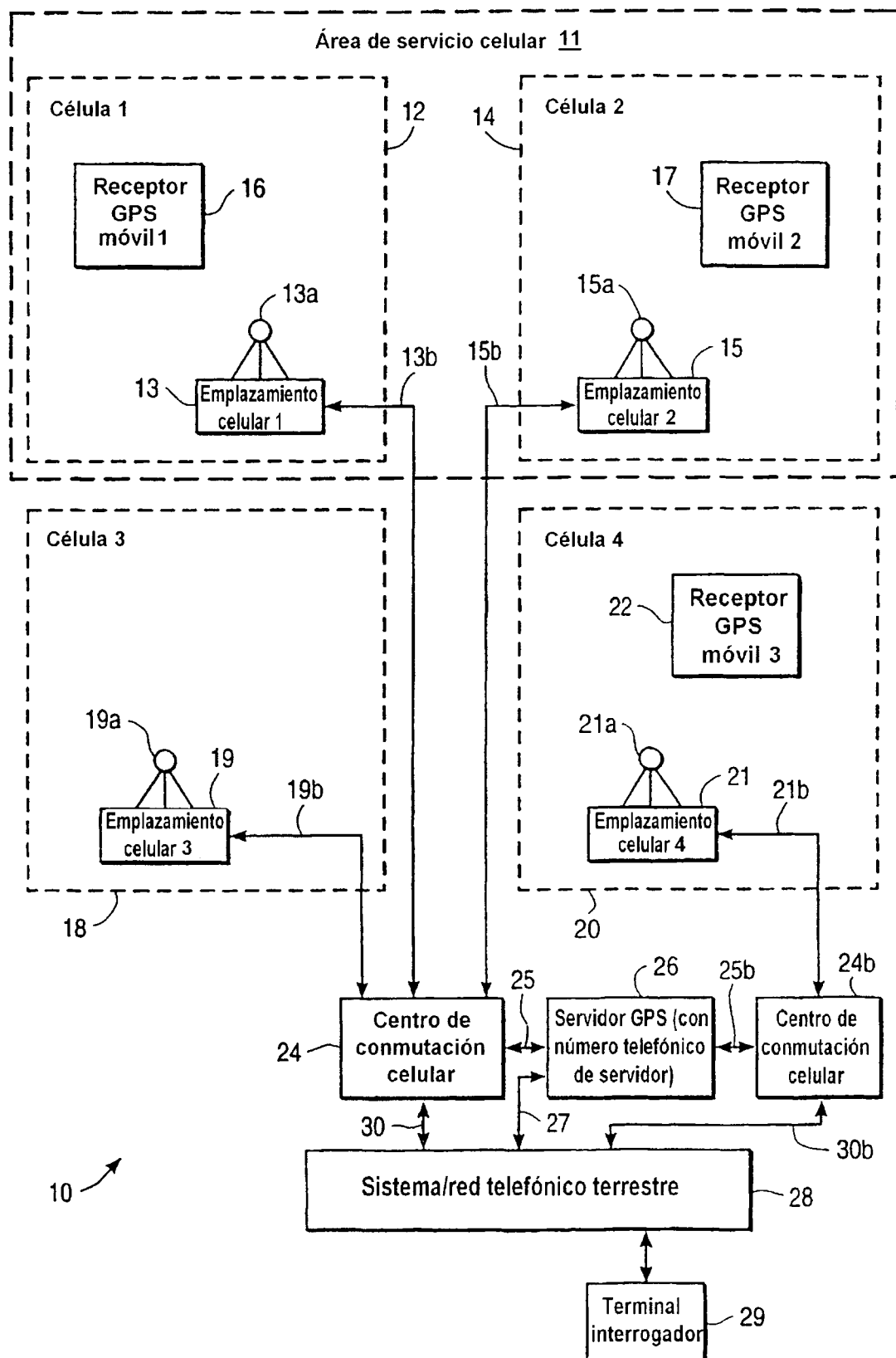


FIG. 1

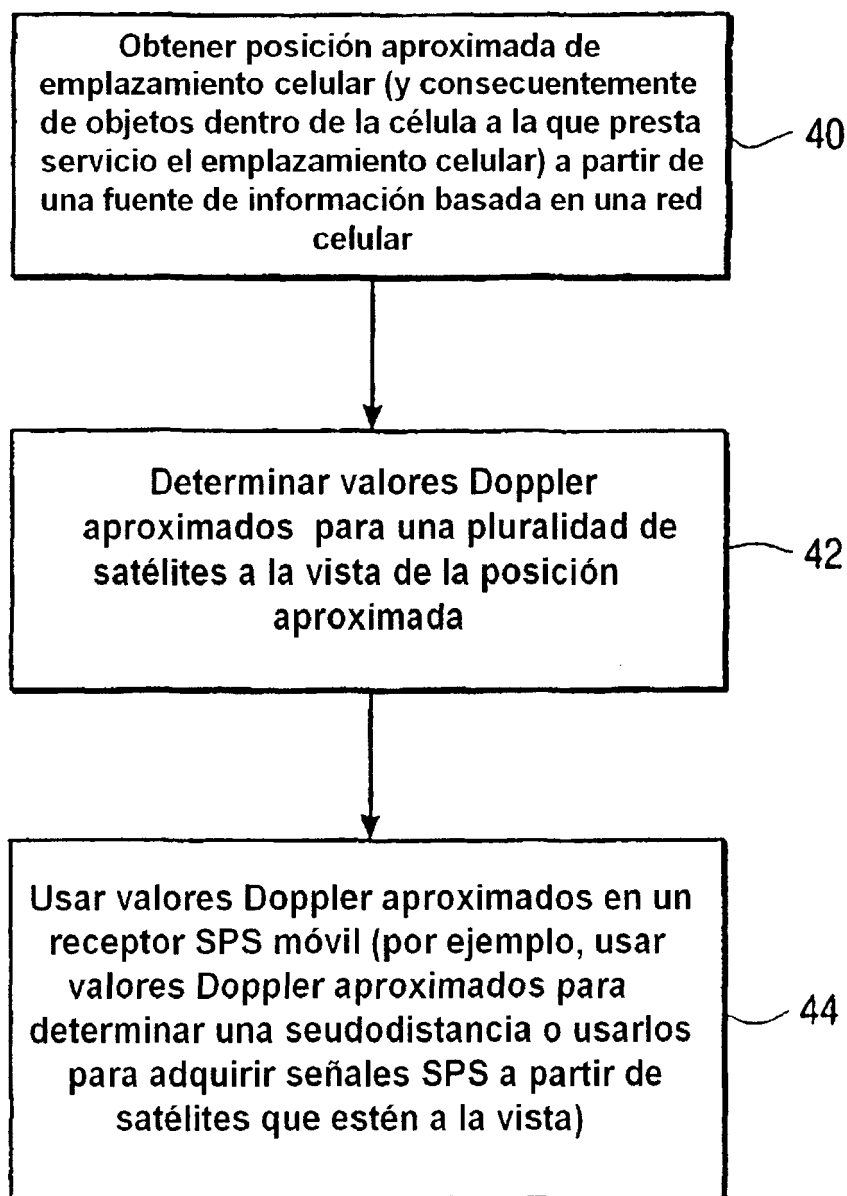


FIG. 2



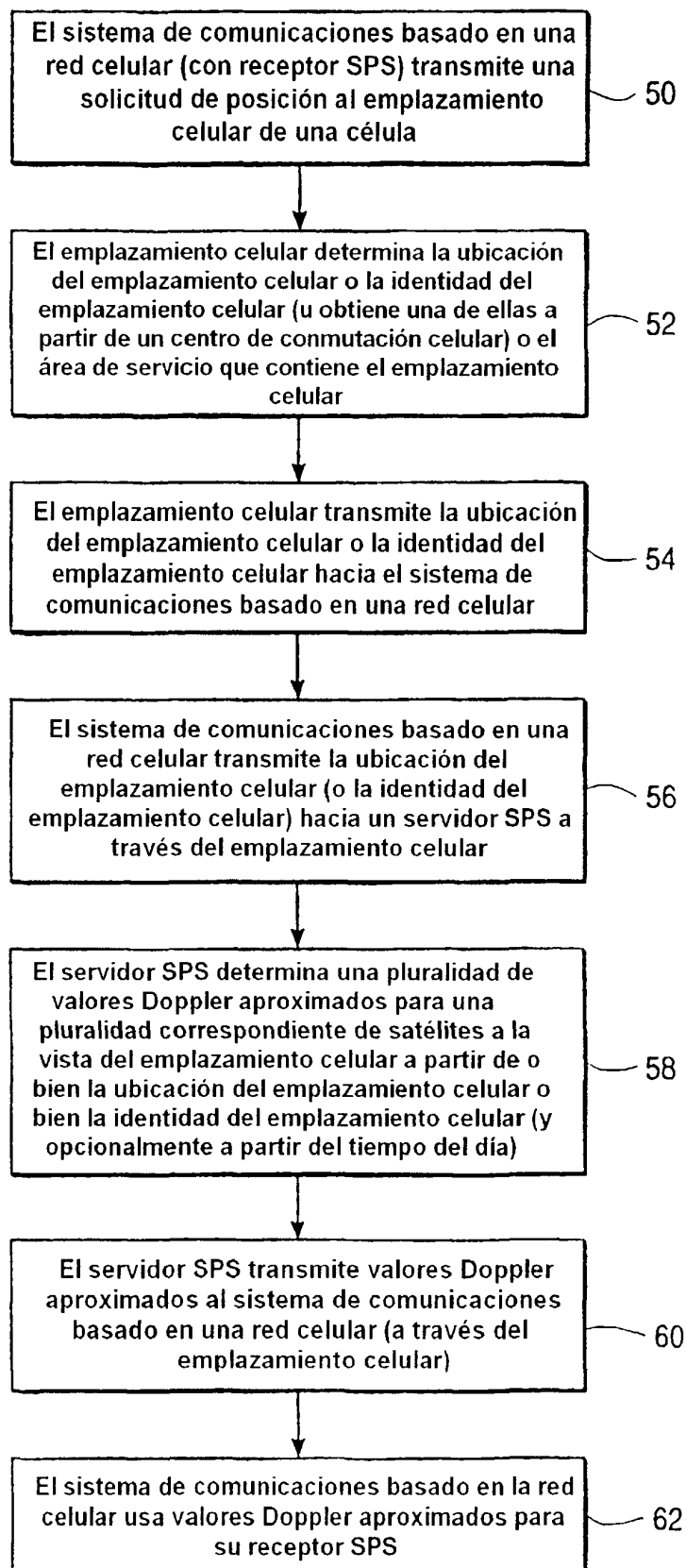


FIG. 3A

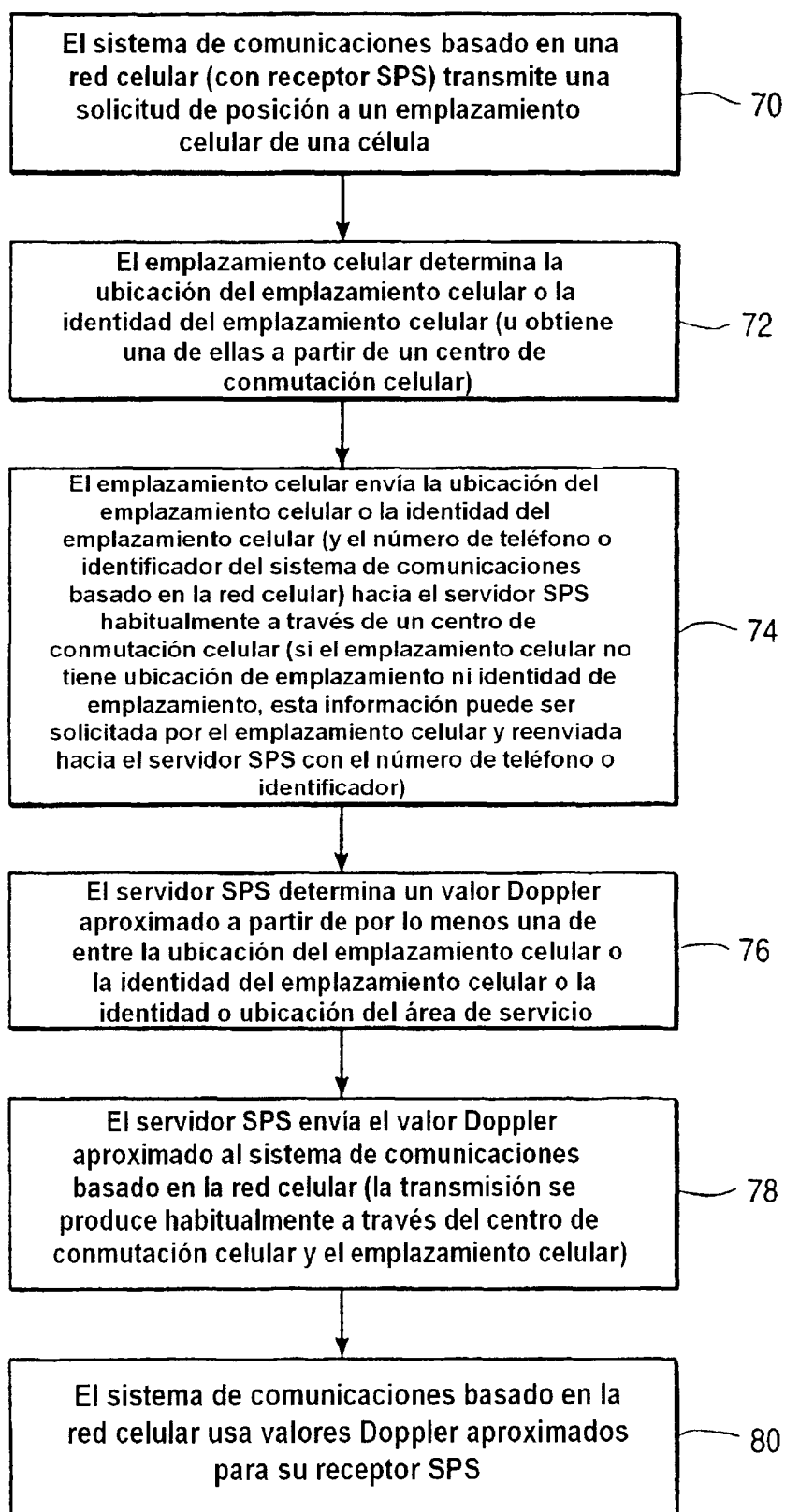


FIG. 3B

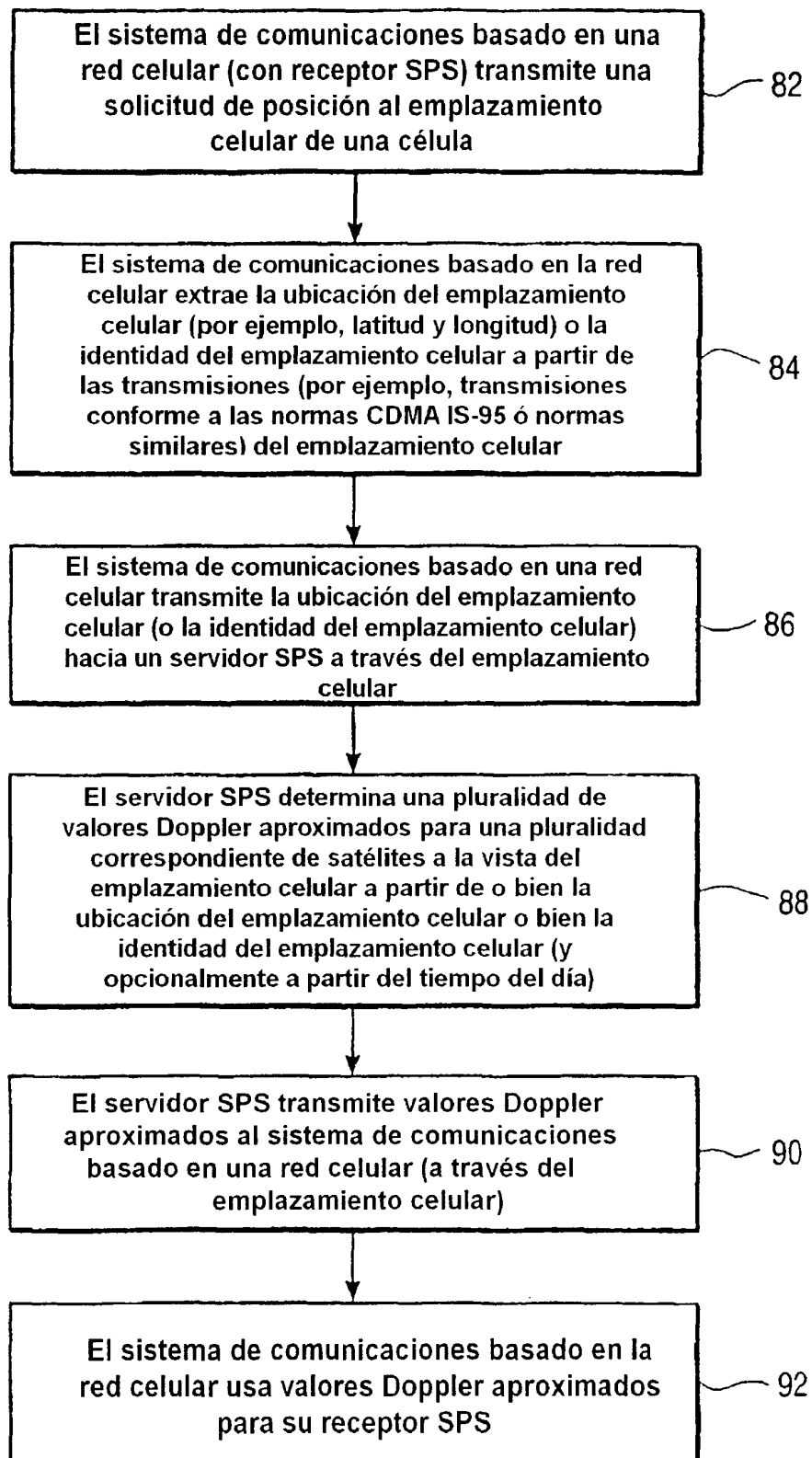


FIG. 3C

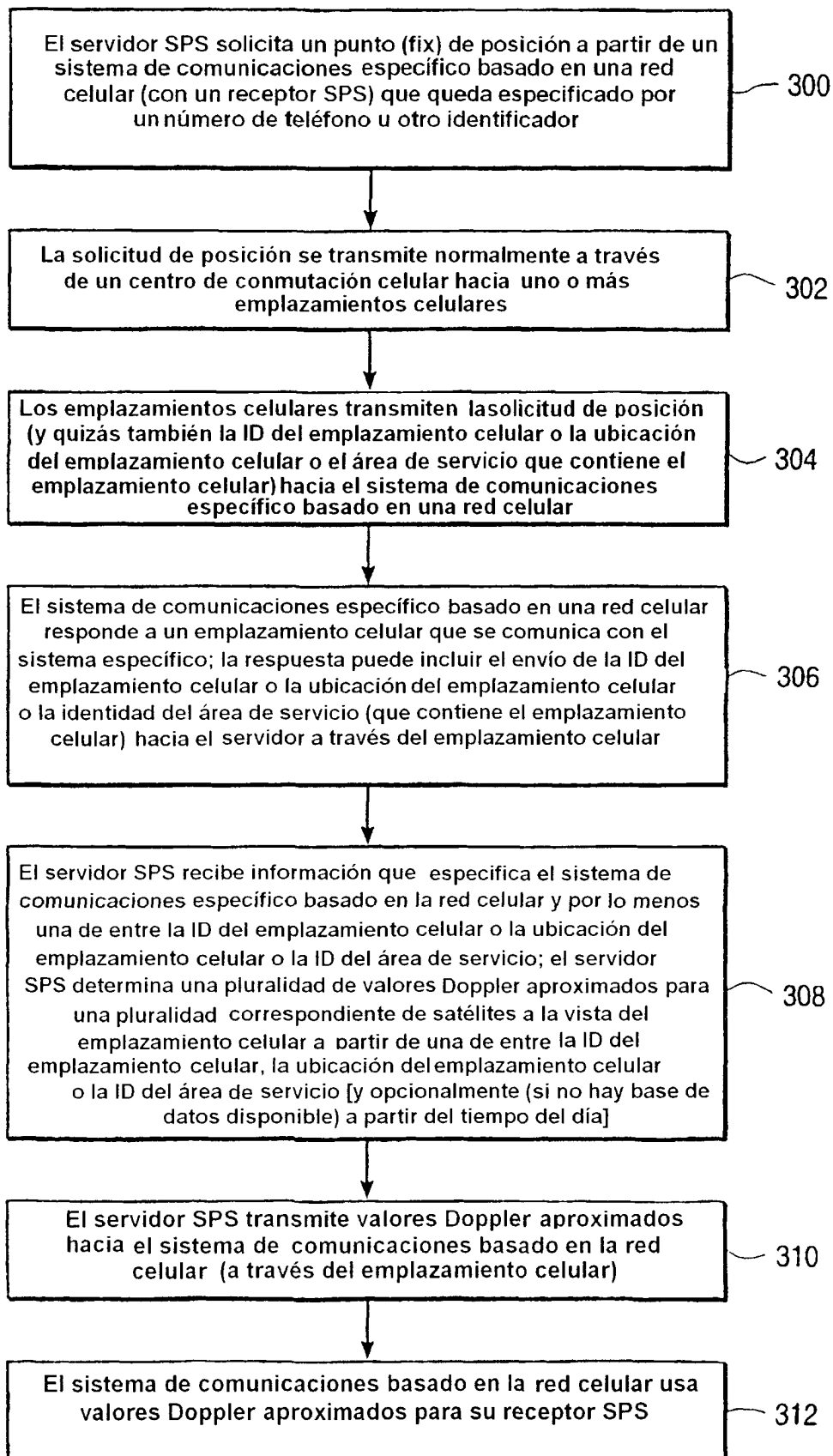


FIG. 4A

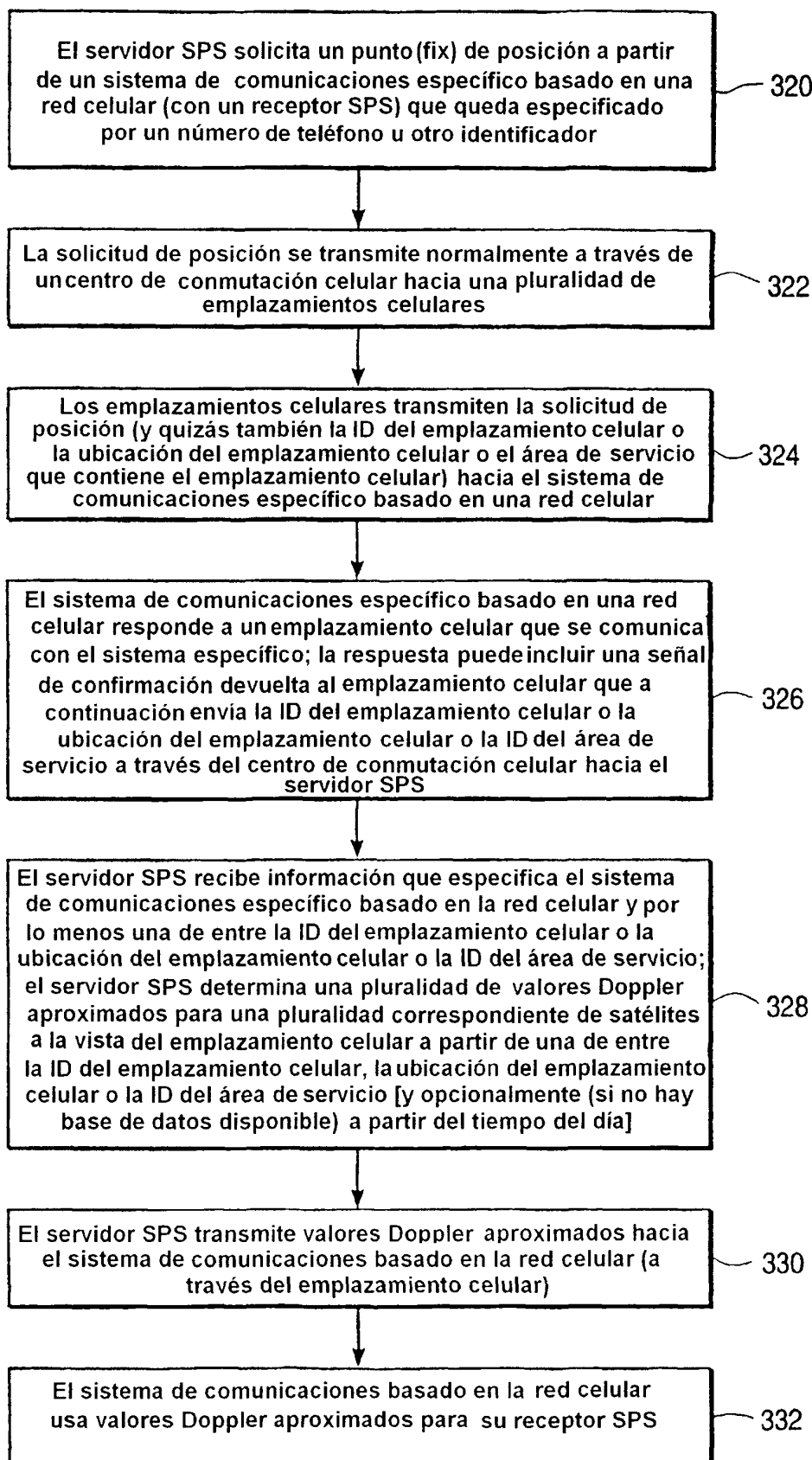






FIG. 4B

Fuente de información basada en una red celular				
Área de servicio	Emplazamiento celular n.º	Área de servicio n.º o ubicación	Ubicación del emplazamiento celular	Valor Doppler aproximado
A	—	Lat. / Long. A	—	Conjunto Doppler A1 (t <sub>1</sub> ) Conjunto Doppler A2 (t <sub>2</sub> )
B	1	Lat. / Long. B	Lat. / Long. B1	Conjunto Doppler B11 (t <sub>1</sub> ) Conjunto Doppler B12 (t <sub>2</sub> )
B	2	Lat. / Long. B	Lat. / Long. B2	Conjunto Doppler B21 (t <sub>1</sub> ) Conjunto Doppler B22 (t <sub>2</sub> )
325a				
	325b	325c	325d	325e

325

FIG. 5

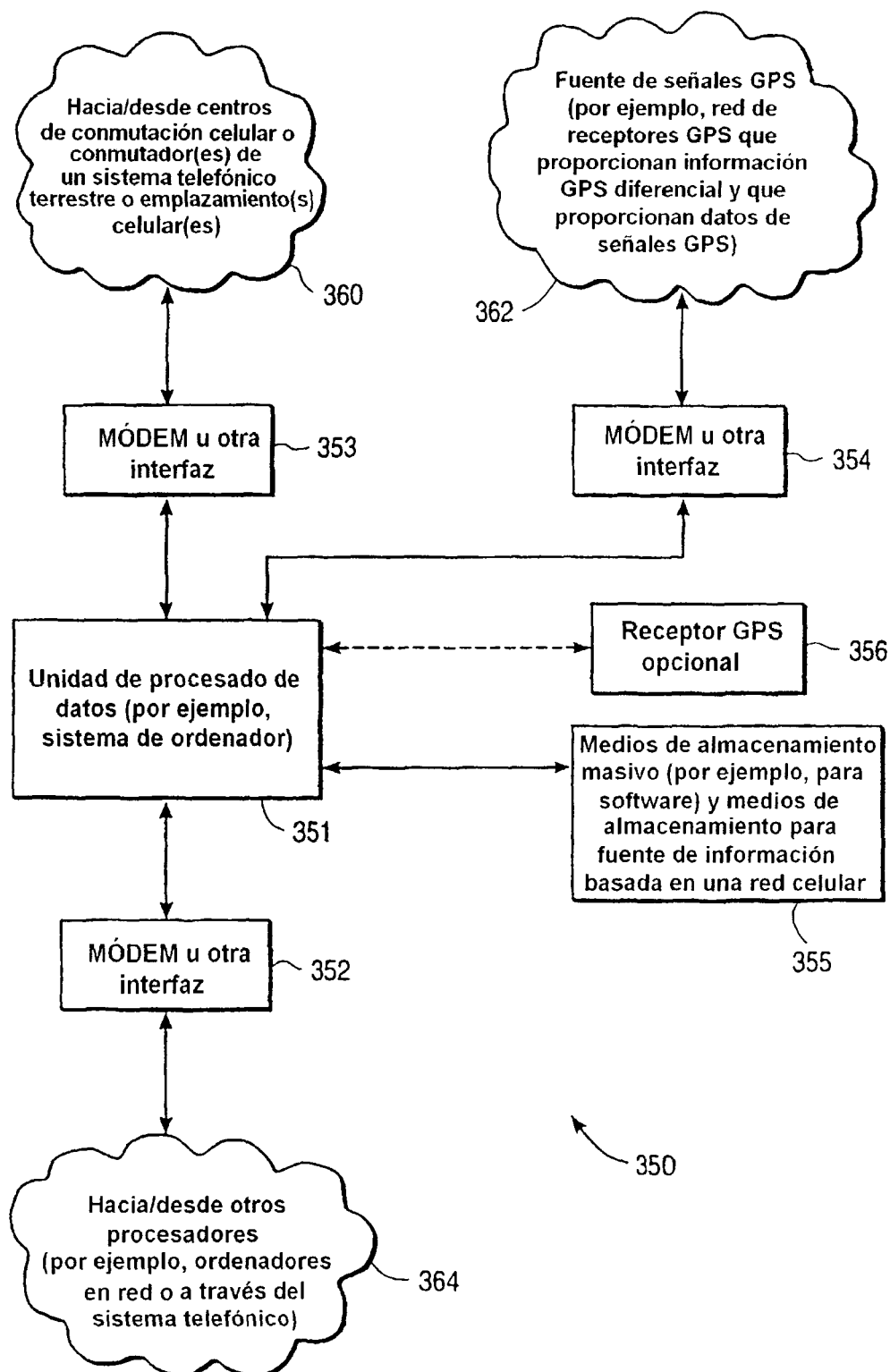


FIG. 6

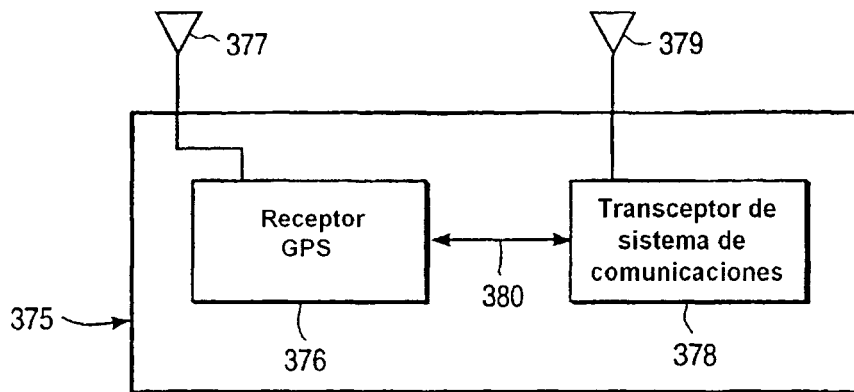


FIG. 7A

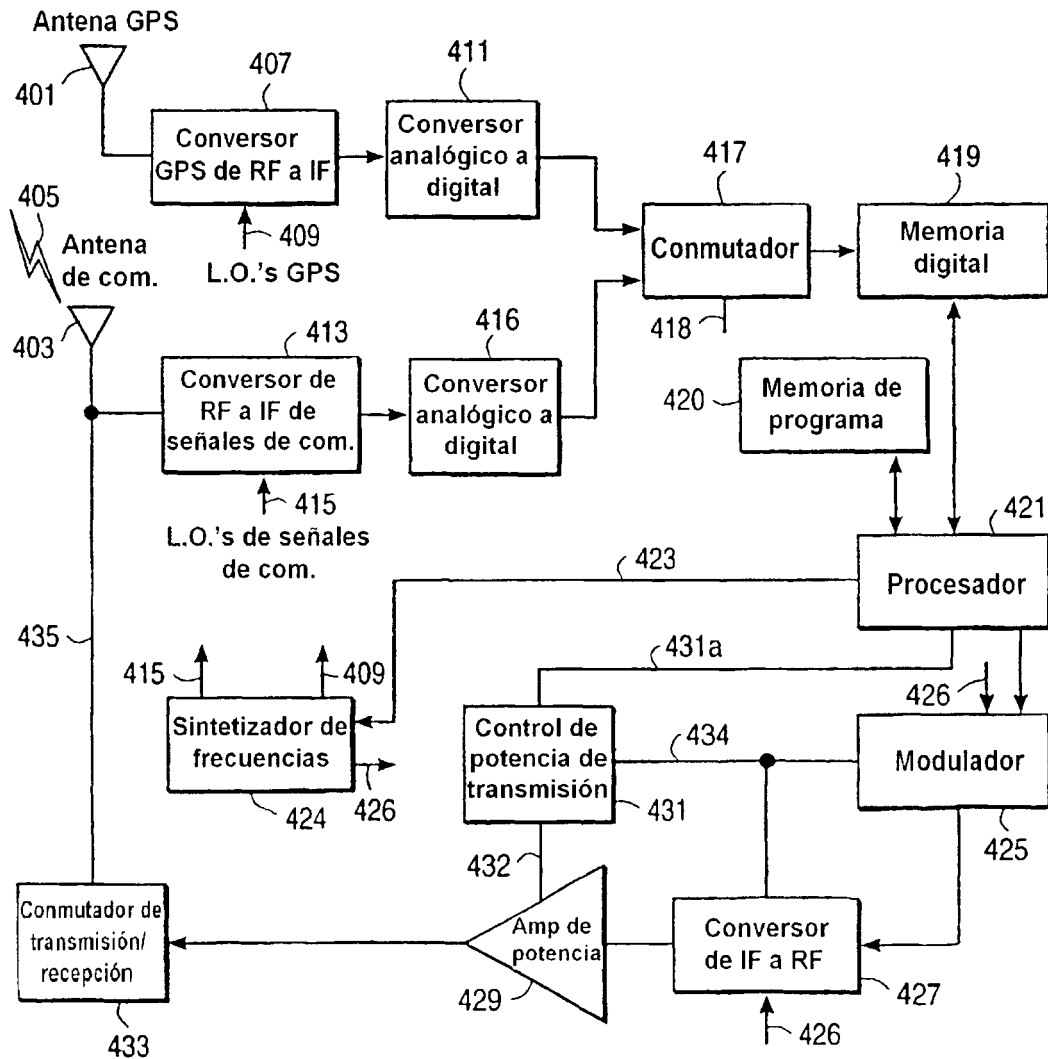


FIG. 7B



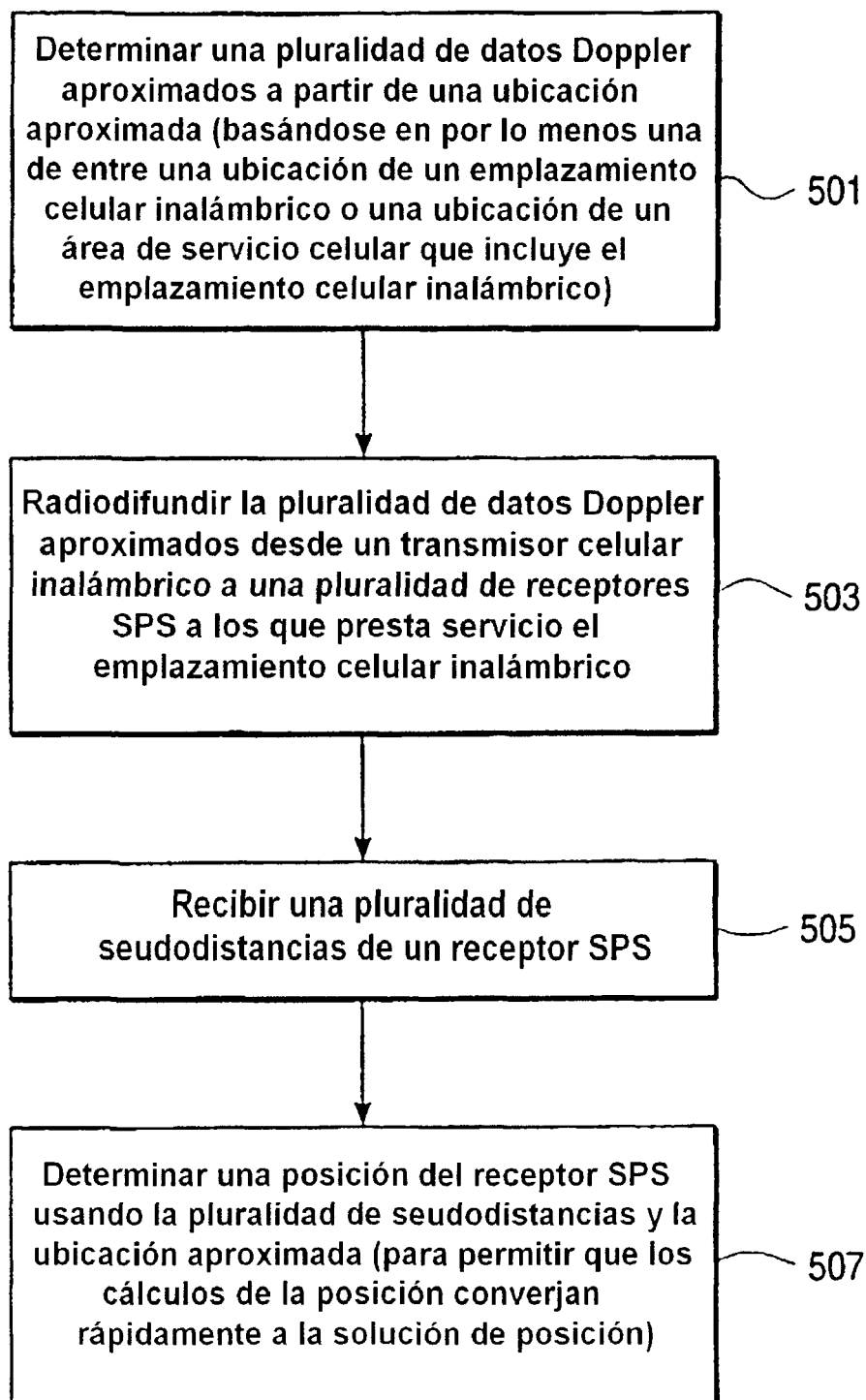


FIG. 8

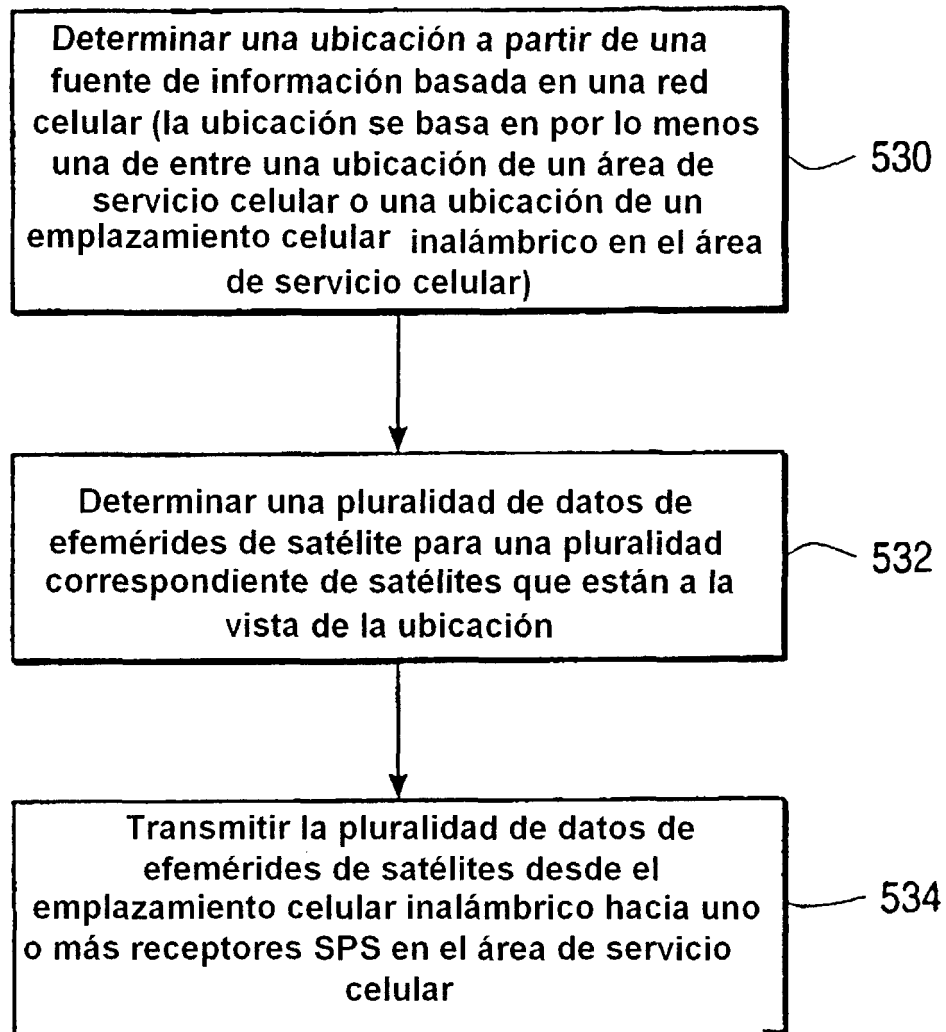


FIG. 9

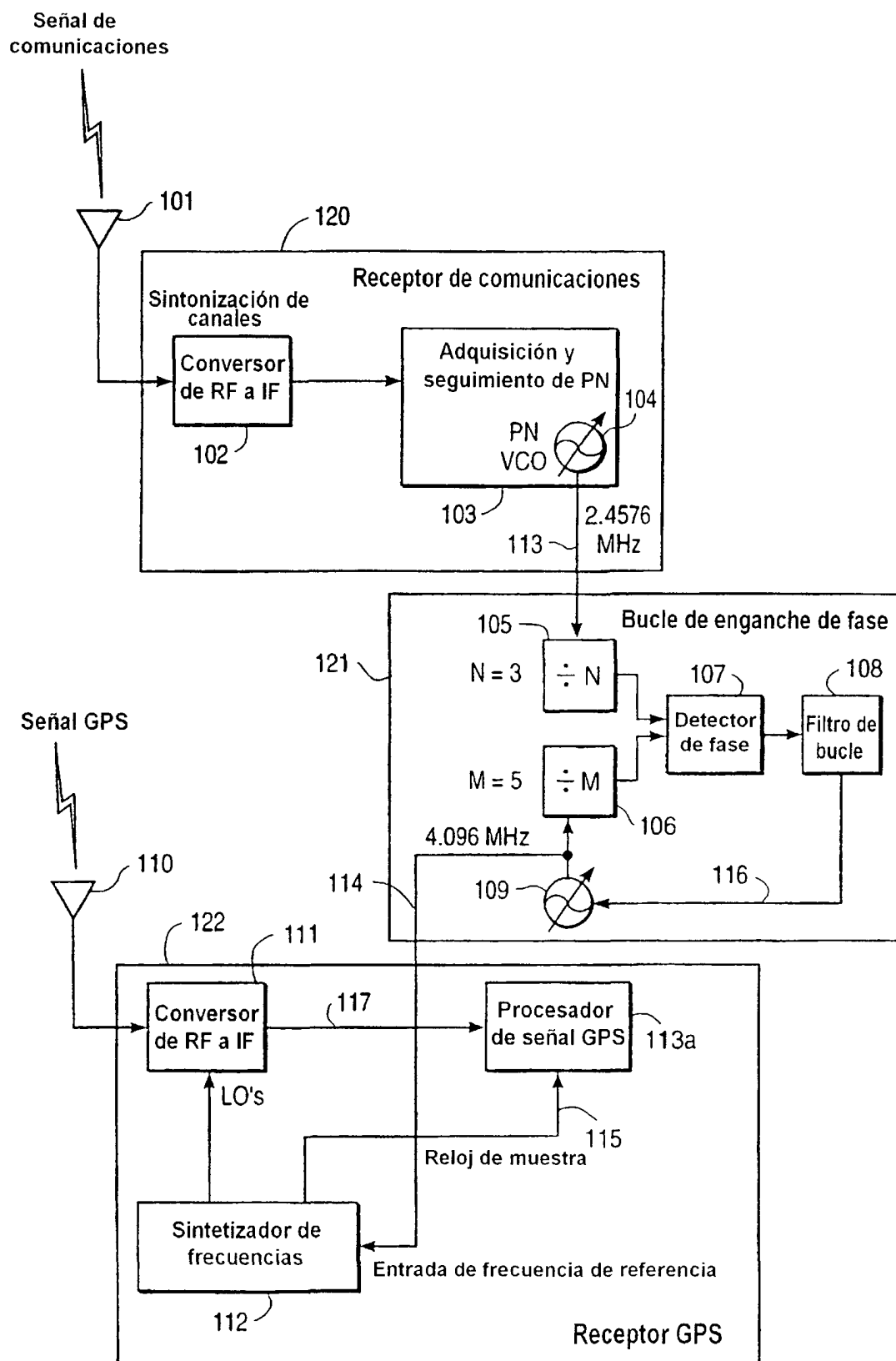


FIG. 10A

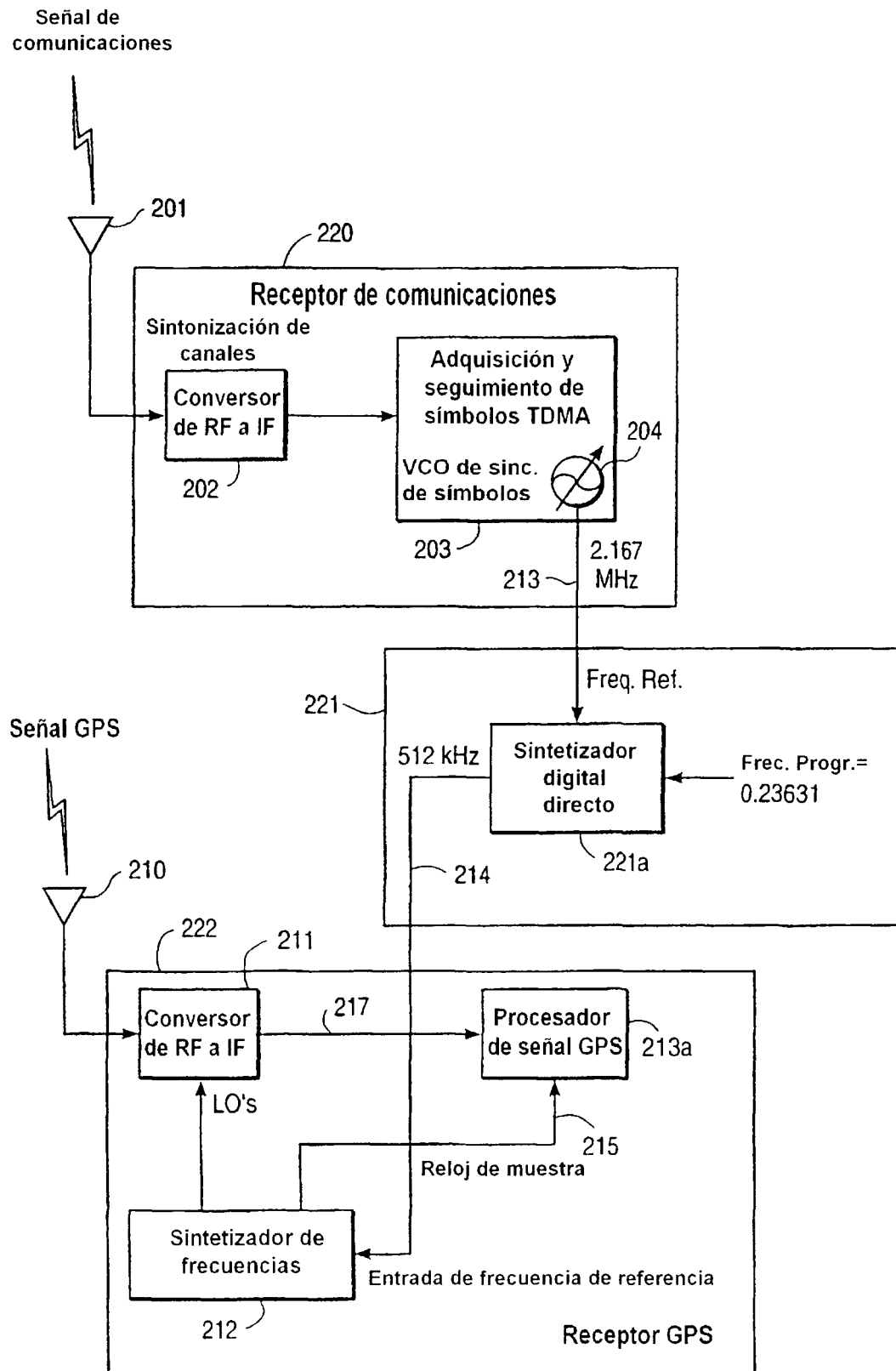


FIG. 10B

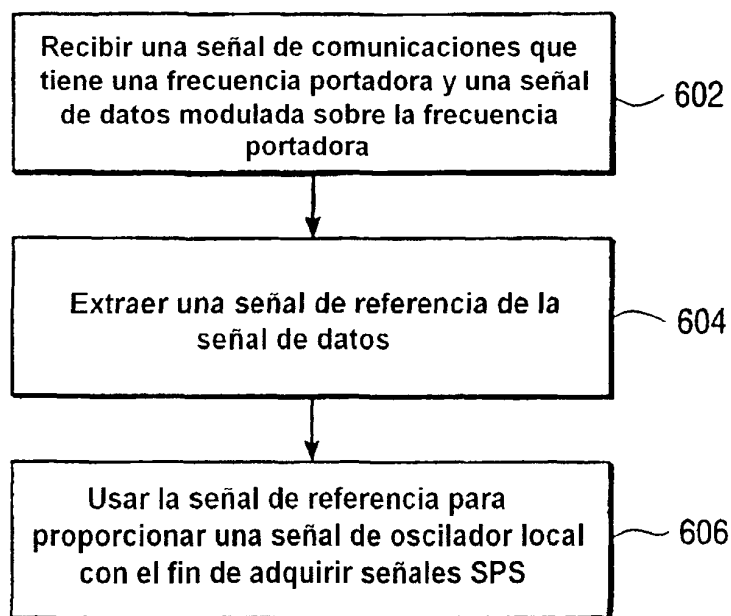


FIG. 11A

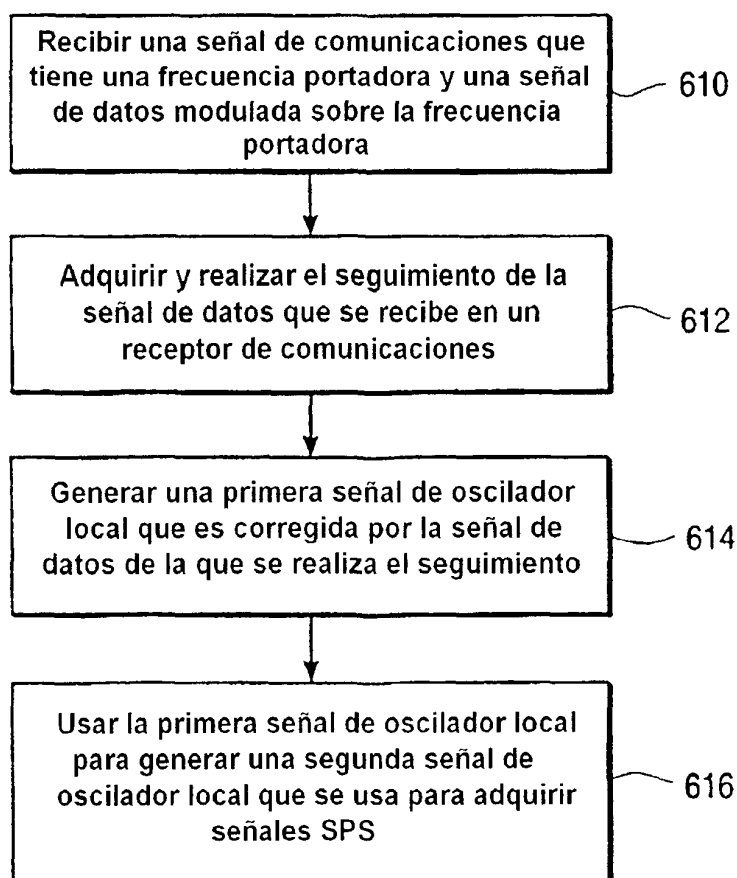


FIG. 11B