



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 298 259**

⑮ Int. Cl.:

G01S 1/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Número de solicitud europea: **01968106 .3**

⑯ Fecha de presentación : **24.08.2001**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **1314046**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **28.05.2003**

⑭ Título: **Procedimiento y aparato para utilizar información de estado de satélites en sistemas de posicionamiento de satélites.**

⑯ Prioridad: **25.08.2000 US 228258 P**
23.08.2001 US 938076

⑮ Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

⑯ Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

⑮ Inventor/es: **Sheynblat, Leonid**

⑯ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

⑮ Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 298 259 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

Procedimiento y aparato para utilizar información de estado de satélites en sistemas de posicionamiento de satélites.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al campo de sistemas de posicionamiento por satélite (SPS), tal como receptores del sistema de posicionamiento global (GPS), y más en particular a procesamiento de señales SPS.

10 Antecedentes de la invención

Los receptores del sistema de posicionamiento global (GPS) determinan normalmente su posición calculando tiempos de llegada de señales transmitidas simultáneamente desde una multiplicidad de satélites GPS (o NAVSTAR).

15 Estos satélites transmiten, como parte de su mensaje, tanto datos de posicionamiento de satélites como datos sobre sincronismo de reloj, denominados datos de "efemérides". El proceso de buscar y adquirir señales GPS, leer los datos de efemérides para una multiplicidad de satélites y calcular la ubicación del receptor a partir de estos datos lleva tiempo, requiriendo a menudo varios minutos. En muchos casos, este tiempo de procesamiento largo es inaceptable y, además, limita enormemente la vida de la batería en aplicaciones portátiles miniaturizadas.

20 Los sistemas de recepción GPS presentan dos funciones principales. La primera es el cálculo de las pseudodistancias de los diversos satélites GPS, y la segunda es el cálculo de la posición del receptor utilizando estas pseudodistancias y sincronismo de satélites y datos de efemérides. Las pseudodistancias son simplemente los tiempos de llegada de señales de satélite medidas por un reloj local. Esta definición de pseudodistancia también se denomina a veces fase de código. Los datos de efemérides y de sincronismo de satélites se extraen de la señal GPS una vez que se adquiere y se sigue. Tal como se expuso anteriormente, recoger esta información lleva normalmente un tiempo relativamente largo (de 18 segundos a varios minutos) y debe llevarse a cabo con un buen nivel de señal recibida con el fin de conseguir bajas tasas de error.

30 La mayoría de receptores GPS utilizan procedimientos de correlación para calcular pseudodistancias. Estos procedimientos de correlación se llevan a cabo en tiempo real, a menudo con correladores de hardware. Las señales GPS contienen señales repetitivas de alta tasa de transmisión denominadas secuencias pseudoaleatorias (PN). Los códigos disponibles para aplicaciones civiles se denominan códigos de aproximación/adquisición (C/A), y tienen una tasa de transmisión de inversión de fase binaria, o tasa de transmisión "fragmentada" (*chipping*), de 1,023 MHz y un periodo de repetición de 1023 elementos de código para un periodo de código de 1 milisegundo. Las secuencias de códigos pertenecen a una familia conocida como códigos Gold, y cada satélite GPS emite una señal con un código Gold único.

40 Para una señal recibida de un satélite GPS dado, después de un proceso de conversión descendente a banda base, un receptor de correlación multiplica la señal recibida por una réplica almacenada del código Gold apropiado contenido dentro de su memoria local, y después integra, o filtra paso bajo, el producto con el fin de obtener una indicación de la presencia de la señal. Este proceso se denomina una operación "de correlación". Ajustando secuencialmente el sincronismo relativo 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. La determinación inicial de 45 la presencia de una salida de este tipo se denomina "adquisición". Una vez que se produce la adquisición, el proceso entra en la fase de "seguimiento" en la que el sincronismo de la referencia local se ajusta en pequeñas cantidades con el fin de mantener una alta salida de correlación. La salida de correlación durante la fase de seguimiento puede verse como la señal GPS con el código pseudoaleatorio eliminado, o, en terminología común, "desensanchada". Esta señal es de banda estrecha, con un ancho de banda acorde con una señal de datos modulada por desplazamiento de fase bivalente (BPSK) de 50 bits por segundo que está superpuesta sobre la forma de onda GPS.

50 Este proceso de adquisición de correlación lleva mucho tiempo, especialmente si las señales recibidas son débiles. Para mejorar el tiempo de adquisición, la mayoría de receptores GPS utilizan una multiplicidad de correladores que permiten una búsqueda paralela de picos de correlación.

55 El equipo de recepción GPS está diseñado normalmente para recibir señales GPS en espacios abiertos puesto que las señales de satélite son líneas de visión y por tanto pueden bloquearse mediante metal y otros materiales. Los receptores GPS mejorados proporcionan sensibilidad de señal que permite el seguimiento de señales de satélite GPS en espacios cerrados, o en la presencia de señales multirayectoria débiles o señales que son puras reflexiones. Sin embargo, la capacidad de adquirir tales señales GPS débiles normalmente provoca otros problemas. Por ejemplo, el seguimiento simultáneo de señales fuertes y débiles puede provocar que el receptor se bloquee sobre una señal con correlación cruzada, la cual no es una señal real. En lugar de encontrar un pico real débil, puede adquirirse un pico con correlación cruzada más fuerte. Seguir la pista de una señal de satélite débil no garantiza que sea una señal directa. Esta señal débil puede ser una señal reflejada o una combinación de señales directas e indirectas. Las señales combinadas se denominan señales multirayectoria. La trayectoria de la señal reflejada es normalmente más larga que la trayectoria de la señal directa. Esta diferencia en la longitud de la trayectoria provoca que la medición del tiempo de llegada de la señal reflejada esté normalmente retardada o que la medición de fase de código correspondiente contenga una desviación positiva. En general, la magnitud de la desviación es proporcional al retardo relativo entre las trayectorias

reflejada y directa. La posible ausencia de una componente de señal directa hace obsoletas las técnicas de mitigación de multirayectoria existentes (tal como un correlador estrecho o un correlador estroboscópico).

5 El mensaje de navegación GPS es la información transmitida a un receptor GPS desde un satélite GPS. Tiene la forma del flujo de datos de 50 bits por segundo que se modula sobre las señales GPS.

10 El mensaje de datos está contenido en una trama de datos que tiene una longitud de 1500 bits. Tiene cinco subtramas cada una de las cuales contiene tiempo del sistema GPS. Cada subtrama consiste en 10 palabras de 30 bits cada una. Las subtramas 1 a 3 se repiten cada 30 segundos. Hay veinticinco páginas de datos que aparecen en secuencia en la cuarta y quinta subtramas; una cada 30 segundos. Por tanto, cada una de estas veinticinco páginas se repite cada 750 segundos.

15 Las subtramas 4 y 5 contienen dos tipos de datos de estado o de funcionamiento para los satélites GPS: (a) cada una de las 32 páginas que contienen los datos de almanaque relacionados con el reloj/efemérides proporciona una palabra de estado de funcionamiento de satélites de ocho bits con respecto al satélite del cual llevan sus datos de almanaque, y (b) la vigesimoquinta página de las subtramas 4 y 5 contienen conjuntamente datos de estado de funcionamiento de seis bits para hasta 32 satélites. Datos de funcionamiento de satélites adicionales se proporcionan en la subtrama 1. La subtrama 1 es parte del conjunto de datos de efemérides.

20 Normalmente, un receptor GPS recibirá información relativa al estado (por ejemplo, "funcionamiento") de un satélite y después procesará las señales GPS no adquiriendo y no siguiendo la pista de satélites de funcionamiento incorrecto mientras que adquiere y sigue la pista de señales GPS de satélites de funcionamiento correcto. Como alternativa, los receptores GPS autónomos pueden diseñarse para adquirir y seguir la pista de satélites de funcionamiento correcto y de funcionamiento incorrecto pero evitar utilizar señales de funcionamiento incorrecto en el cálculo de ubicación después de haber leído los datos de estado de funcionamiento del mensaje de efemérides de una señal de un satélite de funcionamiento incorrecto. No se ha realizado ningún intento en la técnica anterior de utilizar la información relativa al funcionamiento de un satélite para intentar evitar utilizar los resultados con correlación cruzada o detectar tales errores. Además, no se ha realizado ningún intento para garantizar que el estado de funcionamiento de satélites esté disponible para receptores GPS que no tengan acceso directo al estado de funcionamiento de satélites. 30 (El acceso directo es desde satélites SPS o desde datos descargados previamente de los satélites SPS).

Sumario de la invención

35 Según la presente invención se proporciona un procedimiento para procesar los sistemas de posicionamiento por satélite según la reivindicación 1.

40 "A la vista" como se utiliza en el presente documento se define ampliamente para indicar satélites SPS a la vista de: un receptor de referencia SPS; una red de receptores de referencia SPS; un receptor SPS móvil; o una célula o grupo de células de un sistema de radio celular. Sin embargo, éstos se proporcionan simplemente como ejemplos. Por lo tanto, debería observarse que puede considerarse que un satélite SPS está "a la vista" si las señales pueden recibirse por casi cualquier receptor SPS.

45 Según la presente invención también se proporciona un medio legible por ordenador que contiene instrucciones de programa informático ejecutables. El medio informático provoca que el sistema de procesamiento de datos lleve a cabo un procedimiento para procesar señales de sistemas de posicionamiento por satélite (SPS) cuando se ejecutan las instrucciones de programa mediante un sistema de procesamiento de datos. El procedimiento incluye intentar adquirir señales SPS desde todos los satélites SPS a la vista independientemente de si los satélites SPS a la vista tienen funcionamiento incorrecto, y recibir datos de funcionamiento que especifican cuáles de los satélites SPS a la vista tienen funcionamiento incorrecto. El procedimiento incluye probar mediciones obtenidas a partir de la adquisición de señales SPS, para todos los satélites SPS a la vista, para una correlación cruzada entre dos satélites SPS diferentes, donde la prueba se lleva a cabo independientemente de si un satélite a la vista SPS tiene funcionamiento incorrecto.

55 Según la presente invención también se proporciona un aparato según la reivindicación 10. Según la presente invención se proporciona un aparato según la reivindicación 11.

60 El aparato dado a conocer incluye un receptor SPS móvil acoplado a un segundo receptor. El receptor SPS móvil recibe las señales SPS desde el transmisor en el segundo receptor y analiza los satélites SPS a la vista para una condición de correlación cruzada donde una señal de satélite SPS de funcionamiento correcto se ve influenciada por una señal de satélite SPS de funcionamiento incorrecto, eliminándose o corrigiéndose la señal de satélite SPS de funcionamiento incorrecto y la señal de satélite SPS con correlación cruzada antes de que se calcule una ubicación a partir de los satélites SPS a la vista por el receptor SPS móvil. En una realización, el transmisor y el segundo receptor son compatibles con un sistema de radio celular.

Breve descripción de los dibujos

65 La presente invención se ilustra a modo de ejemplo y no está limitada en las figuras de los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia indican elementos similares.

ES 2 298 259 T3

La figura 1 ilustra un procedimiento para utilizar datos de estado de sistemas de posicionamiento por satélite (SPS) para mejorar un cálculo de posición.

5 La figura 2 ilustra una variedad de satélites “a la vista” de sistemas de posicionamiento por satélite (SPS).

La figura 3 ilustra un sistema de comunicación celular que tiene una pluralidad de células a cada una de las cuales da servicio un emplazamiento de célula, y cada una de las cuales está acoplada a un centro de conmutación celular.

10 La figura 4 muestra una representación de una fuente de información con base celular que proporciona una asociación entre conjuntos de información Doppler en momentos determinados con respecto a zonas de servicio celular y/o emplazamientos celulares.

15 La figura 5 ilustra una implementación de un sistema de estación base según una realización de la presente invención.

19 La figura 6 ilustra un ejemplo de un receptor SPS combinado y un sistema de comunicación según una realización de la presente invención.

Descripción detallada

20 En la siguiente descripción detallada de realizaciones de la invención, se hace referencia a los dibujos adjuntos en los que las mismas referencias indican elementos similares, y en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas en las que la puede ponerse en práctica la invención. Estas realizaciones se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica la invención. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no ha de tomarse en un sentido limitativo, y el alcance de la invención se define sólo por las reivindicaciones adjuntas.

25 Se dan a conocer un procedimiento y un aparato para utilizar información de estado de satélites en sistemas SPS. En una realización ejemplar, un receptor SPS móvil recibe señales SPS desde satélites SPS a la vista y determina (o intenta determinar) pseudodistancias para todos (en la mayoría de los casos) los satélites a la vista. También se recoge información relativa al estado de los satélites (por ejemplo, funcionamiento de satélites) y esta información se utiliza al procesar las señales SPS recibidas por el receptor SPS móvil. Puesto que, en la mayoría de los casos, el receptor SPS móvil determina fases de código/pseudodistancias para todos los satélites (incluso para los satélites de funcionamiento incorrecto) es posible determinar una correlación cruzada entre una señal GPS débil de satélite de funcionamiento incorrecto y una señal GPS fuerte de satélite de funcionamiento incorrecto. Una vez que se identifica tal resultado de correlación cruzada puede ser posible eliminar una medición con correlación cruzada o intentar corregirla. Por tanto, según una realización, un SPS móvil determina mediciones de fase de código/pseudodistancia para satélites que se sabe que tienen funcionamiento incorrecto.

30 La información de funcionamiento de satélites puede supervisarse por receptor(es) de referencia GPS que transmite(n) esta información a servidor(es) GPS (por ejemplo, véanse los servidores de localización descritos en la patente estadounidense número 6.208.290 y estos servidores pueden hacer que esta información para todos los satélites a la vista o bien (a) se utilice localmente para procesar mediciones de pseudodistancias recibidas desde un receptor GPS móvil (en el caso en el que el receptor GPS móvil no calcule la posición del móvil sino que el servidor de localización, 35 u otro sistema en una red, calcule la posición) o bien (b) se transmita al receptor GPS móvil (por ejemplo, a través de un teléfono celular que está acoplado a y alojado con el receptor GPS móvil) para su utilización por el receptor GPS móvil. Normalmente, según esta realización, los receptores de referencia GPS adquieren y siguen la pista de todos los satélites GPS a la vista ya tengan funcionamiento correcto o funcionamiento incorrecto; esto permitirá en una realización la detección (mediante un servidor de localización o mediante un receptor GPS móvil en sí) de correlaciones cruzadas 40 entre señales de satélites de funcionamiento correcto y de funcionamiento incorrecto.

45 “A la vista”, como se utiliza en esta descripción detallada, pretende ser flexible. Por consiguiente, se puede utilizar “satélites a la vista” o “satélites SPS a la vista” para denotar a la vista de toda la red de referencia de área extensa (WARN) o cualquier subconjunto de la WARN. Por ejemplo, una lista no exclusiva incluiría a la vista de un único receptor de referencia SPS, a la vista de una pluralidad de receptores de referencia SPS, a la vista de un receptor SPS móvil, a la vista de una célula o cualquier grupo de células de una red de radio (inalámbrica) celular. La figura 2 muestra diversos “satélites SPS a la vista”. Con referencia a la figura 2, se muestra una zona 200 de visión de red de referencia de área extensa donde los satélites (SV) 202, SV 204, SV 206, SV 208, SV210, SV 212, SV 214, SV 216, SV 218, SV 242, SV 244, SV 246, SV 248, SV 252, SV 254, y SV 256 están a la vista de la WARN. Un subconjunto 50 de estos satélites está a la vista de la zona 240 de visión de receptor de referencia, por ejemplo, SV 242, SV 244, SV 246, y SV 248. Otro subconjunto de estos satélites está a la vista de una segunda zona 260 de visión de receptor de referencia, por ejemplo, SV 210, SV 212, SV 214, SV 216, y SV 218. Otro subconjunto de estos satélites está a la vista de una tercera zona 270 de visión de receptor de referencia, por ejemplo, SV 208, SV 210, SV 252, SV 254, y SV 256. Otro subconjunto de satélites está a la vista de una zona 250 de visión de receptor SPS móvil, por ejemplo, 55 SV 252, SV 254, y SV 256. No está implícita limitación por la selección de los satélites incluidos en la zona 240, 250, 260 de visión, o la zona 270 de visión o el tamaño de las zonas de visión. Las zonas de visión se eligieron sólo para fines de ilustración.

En una realización, se adquiere el estado de funcionamiento de “todos” los satélites SPS a la vista de la zona 200 de visión WARN. La información de funcionamiento de un subconjunto de los satélites podría transmitirse a un receptor SPS móvil basándose en los satélites “a la vista” de la ubicación del receptor SPS móvil. “Todos” los satélites SPS utilizados en el presente documento dependen de la implementación de adquisición particular. Por ejemplo, teniendo en cuenta una máscara de elevación, o una máscara de proporción señal a ruido sobre una señal para la máscara de interfaz, etc. Por tanto, “todo” se construye de manera flexible. El(los) receptor(es) de referencia GPS puede recoger información de estado de satélites que es más actual que la información correspondiente en la información de efemérides (o de almanaque) de satélites, y esta información de estado actualizado puede transmitirse a los servidores de localización y/o a los receptores GPS móviles para su utilización según las diversas realizaciones de la invención. En una realización, la información de estado de funcionamiento puede recibirse directamente desde el satélite. En otra realización, el(los) servidor(es) de localización puede(n) obtener una información de estado actualizado basándose en la información y/o las mediciones recibidas desde el(los) receptor(es) de referencia GPS. La información de estado actualizado puede ser una función de la calidad de estado (QoS) asociada con la solicitud de localización. Para un nivel de calidad dado, el servidor de ubicación puede determinar que un satélite que está marcado como de funcionamiento correcto en los datos de efemérides y/o de almanaque puede no proporcionar el nivel de precisión deseado. En tal caso, el servidor de localización puede actualizar su información de estado de funcionamiento y enviarla al(a los) receptor(es) SPS remoto(s) y opcionalmente almacenarla para procesamiento adicional. Un ejemplo de este procesamiento puede ser la utilización de este estado de funcionamiento actualizado para determinar si debería utilizarse el satélite en el cálculo de posición, que se realiza en el servidor de localización. Como alternativa, la determinación y actualización de la información de estado de funcionamiento puede realizarse mediante el receptor SPS móvil. Un ejemplo de una red de receptores de referencia GPS que puede utilizarse para suministrar esta información de estado actualizado se describe en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente número de serie 09/067.407, presentada el 28 de abril de 1998, ahora la patente estadounidense número 6.215.441, que está incorporada por la presente en el presente documento por referencia.

Las figuras 1, 5, 6 y 7a de la patente estadounidense 6.208.290 se han incluido en el presente documento para mayor claridad y corresponden a las figuras 3, 4, 5 y 6 respectivamente. Con referencia a las figuras en el presente documento, la figura 3 ilustra varias células dentro de una zona de servicio celular en la que el receptor SPS móvil puede recibir datos de ayuda desde una red de comunicaciones. En una realización, la red de comunicaciones incluye un servidor de localización, que puede representarse por 26 en la figura 3. La figura 4 puede contener también información de estado de funcionamiento de satélites (no mostrada) transmitida al receptor SPS móvil mediante la red de comunicaciones. Por ejemplo, un receptor SPS en una zona de visión puede recibir información de estado de funcionamiento de un conjunto de satélites y un receptor SPS en otra zona de visión puede recibir información de estado de funcionamiento de otro conjunto de satélites del sistema de comunicación. Una estación base ilustrada en la figura 5 puede asociarse con las zonas de visión de receptor de referencia mostradas en la figura 2 y soportar el sistema de comunicaciones incluyendo células dentro de la zona de servicio celular.

En una realización, la figura 6 ilustra un teléfono 375 celular, que se acopla a un receptor 376 SPS móvil con un transceptor 378 de sistema de comunicaciones para recibir la información de ayuda incluyendo el estado de funcionamiento de satélites del sistema de comunicaciones. En una realización, el servidor de localización determina un emplazamiento de célula o grupo de emplazamientos de célula que está en comunicación con el receptor 376 SPS móvil, basándose en el emplazamiento de célula o grupo de emplazamientos de célula. El servidor de localización puede determinar un grupo de satélites a la vista y entonces puede transmitirse información de funcionamiento para todos tales satélites a la vista al teléfono 375 celular y recibirse mediante el transceptor 378 de comunicaciones. El receptor 376 SPS móvil puede calcular su ubicación basándose en los datos de ayuda recibidos o el servidor de localización puede determinar la ubicación del receptor SPS móvil.

Los datos de funcionamiento dados en las subtramas 1, 4 y 5 de algunos satélites pueden diferir de los mostrados en las subtramas 4 y/o 5 de otro grupo de satélites puesto que estos últimos pueden actualizarse en un momento diferente.

Sólo se actualiza el sumario de funcionamiento en la subtrama 5 en el momento de cargar el almanaque. Durante operaciones prolongadas el sumario de funcionamiento puede volverse desactualizado debido al paso del tiempo desde la última carga.

Esta situación se agrava incluso más cuando el receptor GPS está en espacios cerrados o en otros entornos restrictivos de señal. Puede requerirse tanto como 17 dB de sensibilidad de señal adicional para poder recibir los bits de estado de funcionamiento de satélites directamente desde los satélites. El receptor GPS puede medir la pseudodistancia a los satélites basándose en la señal que es 17 dB más débil que la señal que contiene los bits de estado de funcionamiento de satélites (50 bits por segundo). La recepción de bits de estado de funcionamiento de satélites también puede requerir el seguimiento de señal de satélite continuo desde 18 segundos a varios minutos, lo que generalmente no es posible en entornos restrictivos de señal. Varios aspectos de rendimiento críticos relacionados con la radiolocalización GPS pueden verse afectados por información de funcionamiento de satélites desactualizada o no disponible. Un aspecto está relacionado con la utilización de señal(es) de satélites de funcionamiento incorrecto en la determinación de la ubicación. Se conoce comúnmente que la utilización de la(s) señal(es) de satélites de funcionamiento incorrecto puede dar como resultado errores de posición significativos.

Si el sumario de funcionamiento se vuelve anticuado y no refleja con precisión el estado de la constelación GPS, el tiempo de la primera fijación (TTFF) para un receptor GPS puede retardarse. Esto se debe al tiempo gastado en la

5 posible adquisición de satélites de funcionamiento incorrecto que se marcaron como “de funcionamiento correcto” por el sumario de funcionamiento almacenado. También pueden no realizarse los intentos de adquirir satélites de funcionamiento correcto que están marcados como de funcionamiento incorrecto. Como resultado, operaciones prolongadas sin actualizaciones de información de estado de satélites correcta y oportuna pueden poner en peligro las misiones de aquellos usuarios que requieren un TTFF eficaz. Un TTFF rápido es crítico para servicios de emergencia y también afecta a los tiempos de conversación y de espera de la batería. En un modo GPS asistido inalámbrico, una red inalámbrica puede proporcionar información de funcionamiento de satélites correcta y oportuna para todos los receptores GPS móviles que se comunican con tal red.

10 Otra razón para la ayuda de funcionamiento de satélites es la protección contra mediciones de satélite falsas. En los entornos de señal fuertemente obstaculizados, es bastante frecuente que las señales de satélite GPS se reciban con un rango dinámico muy alto. Recibir señales GPS con intensidades de señal que difieren en más de aproximadamente 17 dB puede provocar que un receptor GPS adquiera una señal con correlación cruzada en lugar de una señal real relativamente más débil. Un procedimiento que puede utilizarse para detectar y posiblemente corregir o eliminar una 15 medición con correlación cruzada se describe en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente número de serie 09/241.334, presentada el 1 de febrero de 1999, que se incorpora por la presente en el presente documento por referencia. Sin embargo, para que un receptor GPS detecte una presencia de señales con correlación cruzada, deberían adquirirse todas las señales de satélites tanto de funcionamiento correcto como de funcionamiento incorrecto. Surgiría un problema si una señal de satélite “de funcionamiento incorrecto” fuerte se correlacionase con 20 correlación cruzada con una señal de satélite “de funcionamiento correcto” débil. Independientemente de la presencia de una señal “de funcionamiento incorrecto”, un receptor GPS puede que no pueda detectar una condición de correlación cruzada. Puede surgir otro problema si sólo se adquiere un subconjunto de todos los satélites visibles independientemente del estado de funcionamiento. Si cualquiera de los satélites adquiridos en este subconjunto muestra 25 un comportamiento de señal débil, entonces este también puede ser el caso de que la condición de correlación cruzada pueda no detectarse.

En una realización de esta invención, el(es) receptor(es) de referencia GPS que proporcionan datos de referencia para servidor(es) de localización (también denominados como una entidad de determinación de posición (PDE) en sistemas telefónicos celulares CDMA y centro de localización móvil de servicio (SMLC) en los sistemas telefónicos celulares GSM) adquiere y sigue la pista de todos los satélites a la vista: de funcionamiento correcto y de funcionamiento incorrecto. Además, las tecnologías GPS (por ejemplo, un receptor GPS) integradas con o conectadas a dispositivos inalámbricos (por ejemplo, un teléfono celular o un dispositivo de radiomensajería bidireccional) también adquieren y siguen la pista de todos los satélites a la vista: de funcionamiento correcto y de funcionamiento incorrecto. En un modo GPS asistido inalámbrico (WAG) (por ejemplo, véanse los ejemplos descritos en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente número de serie 08/842.559, presentada el 15 de abril de 1997), el(es) servidor(es) de localización pueden proporcionar información de estado “de funcionamiento” a los móviles que se comunican con una red inalámbrica a la que da(n) servicio el(es) servidor(es) de localización. Esta información de estado de funcionamiento puede acompañar a cualquier otra información de ayuda proporcionada por el(es) servidor(es) de localización. En general, la información de ayuda permite una rápida adquisición de señales GPS en 30 entornos de señal altamente restrictivos. Con el fin de conseguir tales mejoras de rendimiento, la información de ayuda puede especificar los satélites que van a buscarse, el tiempo de llegada estimado de estas señales y la frecuencia (Doppler) esperada de las señales. Esta información de ayuda puede proporcionarse para mejorar una búsqueda tridimensional de una señal de satélite. Pueden proporcionarse otros tipos de ayuda tales como efemérides y/o almanaque, ubicación aproximada o información de tiempo para ayudar con el cálculo de ubicación y/o la adquisición rápida de 35 señales de satélite. Cuando se adquieren las señales del satélite, se analizan las pseudodistancias, Dopplers y otras mediciones de señal de satélite para condiciones de correlación cruzada. Con el fin de realizar este análisis, debería proporcionarse la ayuda y deberían realizarse las mediciones para todos los satélites a la vista: de funcionamiento correcto y de funcionamiento incorrecto. En esta realización, la información de funcionamiento de satélites se utiliza 40 para ayudar en la detección de una condición de correlación cruzada y entonces se analizan los satélites con correlación cruzada y/o “de funcionamiento incorrecto” para determinar si deberían incluirse en el proceso de cálculo de ubicación o corregirse. En una realización alternativa, en la que se proporciona la información de ayuda sólo para satélites de funcionamiento correcto (el funcionamiento del satélite está implícito por la inclusión del satélite particular en la lista de satélites) y la información de estado de funcionamiento de satélite actual y válida no está disponible para el receptor GPS móvil, el móvil puede intentar adquirir sólo satélites de funcionamiento correcto (por ejemplo, los 45 satélites incluidos en la lista). En este caso, una posible presencia de un satélite de funcionamiento incorrecto “fuerte” potencialmente con correlación cruzada con satélites de funcionamiento correcto relativamente más débiles puede no conocerse para el móvil y por lo tanto puede no probarse. La información relacionada con la constelación de satélites actuales (incluyendo la lista de satélites visibles y estado de funcionamiento correcto) puede no conocerse puesto que no puede garantizarse que el receptor GPS tendrá la información necesaria, que es actual y está disponible (por 50 ejemplo, almacenada en su memoria). La utilización de señales con correlación cruzada no detectadas puede llevar a errores de posición grandes que afectan por tanto a la calidad del servicio de localización.

65 El siguiente ejemplo proporciona una ilustración de la presente invención. Los datos se recogieron en un cañón urbano con un error de posición horizontal resultante de 61,4 metros. El satélite SV PRN#10 (línea 2 de la Tabla 1) se eliminó de la solución puesto que se identificó como una correlación cruzada con el satélite SV PRN#17 (línea 3 de la Tabla 1). Si se utilizase el satélite SV PRN#10 en la solución, el error en su medición de pseudodistancia de -37.903 metros hubiera provocado un error horizontal superior a 50 kilómetros.

ES 2 298 259 T3

Este ejemplo ilustra también la necesidad de proporcionar información de ayuda para todos los satélites a la vista. Si el satélite SV PRN#17 se hubiera declarado de funcionamiento incorrecto y la red inalámbrica no proporcionase la ayuda para los cuatro satélites, el receptor GPS móvil no habría podido detectar la correlación cruzada y se habría utilizado el satélite SV PRN#10 introduciendo de ese modo el error horizontal superior a 50 kilómetros, descrito anteriormente, en la estimación de posición del receptor GPS móvil, un resultado inaceptable.

TABLA 1

Correlación cruzada entre los satélites SV PRN 17 y SV PRN 10

10

SV PRN	Acimut (grados)	Elevación (grados)	SNR de salida (dB)	Error (metros)	Utilizado en la solución
6	128	63	49	- 1,1	Sí
10	44	8	14	- 37903	No
17	330	65	52	- 0,6	Sí
22	295	28	19	92,2	Sí

25 Como alternativa, la información de funcionamiento puede recibirse (o puede haberse recibido) directamente desde los satélites y esta información de funcionamiento puede utilizarse de la misma manera descrita en el presente documento como la información de funcionamiento que se recibe desde un transmisor en un emplazamiento de célula.

30 La información de funcionamiento puede transmitirse desde un emplazamiento de célula emitiendo esta información para todos los satélites a la vista de una estación base de teléfono celular (“emplazamiento de célula”). Como alternativa, puede proporcionarse a un teléfono celular bajo solicitud (bajo demanda). La información de funcionamiento puede transmitirse desde la estación base de teléfono celular al teléfono celular que entonces proporciona la información de funcionamiento a un receptor GPS que está acoplado al teléfono celular. En caso de que la información se transmita bajo demanda, un servidor de localización puede determinar la información (por ejemplo de funcionamiento actualizado) apropiada basándose en un emplazamiento de célula que está en comunicación inalámbrica/por radio celular con el teléfono y la información de emplazamiento de célula puede utilizarse para determinar una ubicación aproximada que se utiliza para determinar satélites a la vista de esa ubicación y entonces se provoca que se transmita (en un caso) la información de funcionamiento actualizado para esos satélites al teléfono celular que a su vez proporciona la información al receptor GPS móvil para su uso en el procesamiento de señales SPS en el receptor GPS. El procesamiento de señales SPS puede incluir determinación de posición del teléfono celular. En otro caso, el servidor de localización puede conservar la información de funcionamiento actualizado o la información utilizada para determinar la información de funcionamiento actualizado y utilizarla para procesar las pseudodistancias (por ejemplo, mediciones de correlación que especifican fases de código) recibidas desde el receptor GPS móvil con el fin de determinar la posición del receptor GPS móvil. En ambos casos, las pseudodistancias, Doppler estimado y otras mediciones se determinan incluso para satélites GPS de funcionamiento incorrecto conocidos de modo que pueden detectarse las correlaciones cruzadas tal como se describe en el presente documento. Por ejemplo, un receptor GPS puede recibir la información de funcionamiento actualizado de un emplazamiento de célula pero todavía adquirir señales GPS de un satélite GPS que se indicó que tenía funcionamiento incorrecto en la información de funcionamiento actualizado transmitida. En el ejemplo, si el receptor también puede calcular la información de localización puede utilizar la información de funcionamiento actualizado para determinar qué satélites pueden utilizarse en la solución. La solicitud estadounidense en tramitación junto con la presente número de serie 08/842.559, presentada el 15 de abril de 1997, describe un procedimiento para identificar un emplazamiento de célula que esté en comunicación inalámbrica con un teléfono celular y que entonces determina datos de ayuda de satélite para satélites a la vista basándose en una ubicación aproximada obtenida a partir de la identificación de este emplazamiento de célula. Este procedimiento puede utilizarse con la presente invención si los datos de ayuda de satélite en este caso son o bien de funcionamiento de satélite (por ejemplo, basándose en el almanaque de satélite) o bien de funcionamiento de satélite actualizado (por ejemplo, más actual que la información de mensaje de almanaque de satélite existente relativa al funcionamiento de satélite).

60 La figura 1 muestra un ejemplo según una realización de la presente invención. En este ejemplo, el servidor de localización proporciona datos de ayuda al receptor GPS móvil y después recibe mediciones de vuelta desde el receptor GPS móvil, y estas mediciones se utilizan entonces para resolver la posición del receptor GPS móvil. El procedimiento mostrado en la figura 1 supone una cierta secuencia en la que el servidor de localización proporciona datos de ayuda a través de un emplazamiento de célula al dispositivo móvil, y entonces el dispositivo móvil intenta adquirir todos los satélites a la vista, incluyendo todos los satélites a la vista de funcionamiento correcto y de funcionamiento incorrecto, y entonces prueba las correlaciones cruzadas sobre todas las mediciones de correlación que resultan de adquirir las señales de satélite. Se apreciará que también puede emplearse una secuencia diferente de las operaciones según la presente invención. Por ejemplo, el receptor GPS puede intentar adquirir todos los satélites a la vista antes de recibir los datos de ayuda. Además, la prueba de correlación cruzada puede realizarse en el servidor de localización después

de que el receptor GPS determine datos de pseudodistancia y transmita de nuevo estos datos y otros datos necesarios para la prueba de correlación cruzada al servidor de localización que entonces puede realizar las pruebas de correlación cruzada. En otra realización alternativa, el dispositivo móvil puede realizar sus propios cálculos de posición y por tanto las operaciones 6, 7 y 8 de la figura 1 se realizan mediante una unidad de procesamiento en el dispositivo receptor 5 GPS/teléfono móvil combinado. En este caso, la operación 5 en la que se transmiten datos al servidor de localización no es necesaria. En todavía otra realización alternativa, el servidor de localización puede emitir los datos de ayuda de funcionamiento apropiados en lugar de proporcionarlos bajo solicitud a un dispositivo móvil. En este caso, la emisión puede realizarse desde el(s) emplazamiento(s) de célula seleccionado(s) y puede no ser necesario ningún servidor 10 de localización excepto el(s) procesador(es) ubicado(s) en el(s) emplazamiento(s) de célula que determina(n) los datos de ayuda de funcionamiento necesarios basándose en los satélites a la vista en el emplazamiento de célula. Este enfoque también puede ser aplicable a la entrega bajo demanda descrita en el presente documento.

Aunque puede obtenerse información de funcionamiento de satélites a partir de la recepción, demodulación y descodificación de los datos de funcionamiento en las señales SPS de los satélites SPS, y utilizarse según las diversas 15 realizaciones de la invención, también es posible utilizar receptores GPS y sistemas de procesamiento que supervisen (por ejemplo reciban y midan características de las señales SPS) las señales SPS y determinen a partir de características medidas de las señales SPS que un satélite SPS tiene funcionamiento incorrecto (incluso aunque los datos de funcionamiento demodulados y descodificados en las señales SPS de este satélite u otros satélites indiquen que este 20 satélite tienen funcionamiento correcto) o viceversa.

En esta exposición, se han descrito realizaciones de la presente invención con referencia a la aplicación en el sistema del sistema de posicionamiento global (GPS) estadounidense, que es un ejemplo de un sistema SPS. Sin embargo, debería ser evidente que estos procedimientos son igualmente aplicables a otros sistemas de posicionamiento por satélite, tales como el sistema Glonass ruso. Por tanto, el término "GPS" utilizado en el presente documento incluye 25 tales sistemas de posicionamiento por satélite alternativos, incluyendo el sistema Glonass ruso. Asimismo, el término "señales GPS" incluye señales de sistemas de posicionamiento por satélite alternativos.

Además, aunque se han descrito realizaciones de la presente invención con referencia a satélites GPS, se apreciará 30 que las enseñanzas son igualmente aplicables a sistemas de posicionamiento que utilicen pseudosatélites o una combinación de satélites y pseudosatélites. Los pseudosatélites son transmisores con base en tierra que emiten un código PN (similar a una señal GPS) modulado sobre una señal portadora de banda L (u otra frecuencia), sincronizado generalmente con tiempo GPS. Puede asignarse a cada transmisor un código PN único para permitir la identificación por un receptor remoto. Los pseudosatélites son útiles en situaciones en las que las señales GPS de un satélite en órbita podrían estar no disponibles, tales como túneles minas, edificios, cañones urbanos, u otras zonas cerradas. El 35 término "satélite", tal como se utiliza en el presente documento, se pretende que incluya pseudosatélites o equivalentes de pseudosatélites, y el término señales GPS, tal como se utiliza en el presente documento, se pretende que incluya señales similares a GPS de pseudosatélites o equivalentes de pseudosatélites.

Se apreciará que los procedimientos descritos junto con las figuras pueden llevarse a cabo en instrucciones ejecutables por máquina, por ejemplo software. Las instrucciones pueden utilizarse para provocar que un procesador de propósito general o de propósito especial que está programado con las instrucciones realice las operaciones descritas. Como alternativa, las operaciones podrían realizarse mediante componentes de hardware específicos que contienen lógica cableada para realizar las operaciones, o mediante cualquier combinación de componentes informáticos programados y componentes de hardware personalizados. Los procedimientos pueden proporcionarse como un producto 40 de programa informático que puede incluir un medio legible por ordenador que tenga almacenado en el mismo instrucciones que pueden utilizarse para programar un ordenador (u otros dispositivos electrónicos) para realizar los procedimientos. Para los fines de esta memoria descriptiva, el término "medio legible por máquina" deberá tomarse como que incluye cualquier medio que pueda almacenar o codificar una secuencia de instrucciones para la ejecución mediante la máquina y que provoca que la máquina realice una cualquiera de las metodologías de la presente invención. Por consiguiente, el término "medio legible por máquina" deberá tomarse como que incluye, pero no se limita a, 45 memorias de estado sólido, discos ópticos y magnéticos, y señales de onda portadora. Además, es común en la técnica hablar de software, en una u otra forma (por ejemplo, programa, procedimiento, proceso, aplicación, módulo, lógica...), como que realiza una acción o provoca un resultado. Tales expresiones son simplemente una manera abreviada de decir que la ejecución del software mediante un ordenador provoca que el procesador del ordenador realice una 50 acción o produzca un resultado.

Por tanto, se describe un procedimiento y aparato novedosos para utilizar datos de estado de satélites. Aunque la invención se describe en el presente documento con referencia a realizaciones preferidas específicas, a los expertos en la técnica se les ocurrirán fácilmente muchas modificaciones de las mismas. En consecuencia, todas las variaciones 55 y modificaciones mencionadas están incluidas dentro del alcance propuesto de la invención según se define mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento para procesar señales del sistema de posicionamiento por satélite (SPS), comprendiendo el procedimiento:

10 intentar adquirir señales SPS de satélites SPS a la vista independientemente de si los satélites SPS a la vista tienen funcionamiento incorrecto;

15 10 recibir datos de funcionamiento que especifican cuáles de los satélites SPS a la vista tienen funcionamiento incorrecto;

15 probar mediciones obtenidas a partir de la adquisición de las señales SPS, para todos los satélites SPS a la vista, para una correlación cruzada entre al menos dos satélites SPS diferentes, en el que la prueba se realiza independientemente de si un satélite SPS a la vista tiene funcionamiento incorrecto.

20 2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

20 eliminar de un conjunto de mediciones una primera medición, correspondiente a un primer satélite SPS, en el que el conjunto de mediciones, después de la eliminación, va a utilizarse para resolver una posición de un receptor SPS móvil, y en el que se determina que va a eliminarse la primera medición mediante la prueba.

25 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que se ha indicado que el primer satélite SPS es un satélite de funcionamiento correcto.

25 4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

30 analizar una primera medición, correspondiente a un primer satélite SPS que se ha indicado que es un satélite de funcionamiento correcto, para determinar si eliminar la primera medición de un conjunto de mediciones o corregir la primera medición para su uso en el conjunto de mediciones, en el que el conjunto de mediciones va a utilizarse para resolver una posición de un receptor SPS móvil, y en el que la primera medición se selecciona para el análisis como resultado de la prueba.

35 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los satélites SPS a la vista están a la vista de al menos uno de un receptor de referencia SPS, una red de receptores de referencia SPS, el receptor SPS móvil, una célula de un sistema de radio celular, y un grupo de células de un sistema de radio celular.

40 6. Un medio legible por ordenador que contiene instrucciones de programa informático ejecutables, que cuando se ejecutan mediante un sistema de procesamiento de datos, provocan que el sistema de procesamiento de datos realice un procedimiento para procesar señales del sistema de posicionamiento por satélite (SPS), comprendiendo el procedimiento:

45 intentar adquirir señales SPS de satélites SPS a la vista independientemente de si los satélites SPS a la vista tienen funcionamiento incorrecto;

45 recibir datos de funcionamiento que especifican cuáles de los satélites SPS a la vista tienen funcionamiento incorrecto;

50 probar mediciones obtenidas a partir de la adquisición de las señales SPS, para todos los satélites SPS a la vista, para una correlación cruzada entre dos satélites SPS diferentes, en el que la prueba se realiza independientemente de si un satélite SPS a la vista tiene funcionamiento incorrecto.

55 7. El medio legible por ordenador según la reivindicación 6, en el que el procedimiento comprende además:

55 eliminar de un conjunto de mediciones una primera medición, correspondiente a un primer satélite SPS, que se ha indicado que es un satélite de funcionamiento correcto, en el que el conjunto de mediciones, después de la eliminación, va a utilizarse para resolver una posición de un receptor SPS móvil, y en el que se determina que va a eliminarse la primera medición mediante la prueba.

60 8. El medio legible por ordenador según la reivindicación 6, en el que el procedimiento comprende además:

65 analizar una primera medición, correspondiente a un primer satélite SPS que se ha indicado que es un satélite de funcionamiento correcto, para determinar si eliminar la primera medición de un conjunto de mediciones o corregir la primera medición para su uso en el conjunto de mediciones, en el que el conjunto de mediciones va a utilizarse para resolver una posición de un receptor SPS móvil, y en el que la primera medición se selecciona para el análisis como resultado de la prueba.

ES 2 298 259 T3

9. El medio legible por ordenador según la reivindicación 6, en el que los satélites SPS a la vista están a la vista de al menos uno de un receptor de referencia SPS, una red de receptores de referencia SPS, el receptor SPS móvil, una célula de un sistema de radio celular, y un grupo de células de un sistema de radio celular.

5 10. Un aparato que comprende:

un receptor de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) móvil para recibir señales SPS; y

10 un receptor acoplado con el receptor SPS móvil, en el que el receptor SPS móvil recibe las señales SPS desde un transmisor y analiza satélites SPS a la vista para una condición de correlación cruzada en la que una señal del satélite SPS de funcionamiento correcto se ve influenciada por una señal del satélite SPS de funcionamiento incorrecto, eliminándose o corrigiéndose la señal del satélite SPS de funcionamiento correcto y la señal del satélite SPS con correlación cruzada antes de que se calcule una ubicación a partir de los satélites SPS a la vista mediante el receptor SPS móvil.

15 11. Un aparato para recibir señales del sistema de posicionamiento por satélite (SPS) desde un servidor que comprende:

un receptor SPS móvil para recibir las señales SPS; y

20 un receptor acoplado con el receptor SPS móvil, en el que el servidor analiza satélites SPS a la vista para una condición de correlación cruzada en la que una señal del satélite SPS de funcionamiento correcto se ve influenciada por una señal del satélite SPS de funcionamiento incorrecto, eliminándose o corrigiéndose la señal del satélite SPS de funcionamiento incorrecto y la señal del satélite SPS con correlación cruzada antes de que se calcule una ubicación a

25 partir de los satélites SPS a la vista mediante el servidor.

30

35

40

45

50

55

60

65

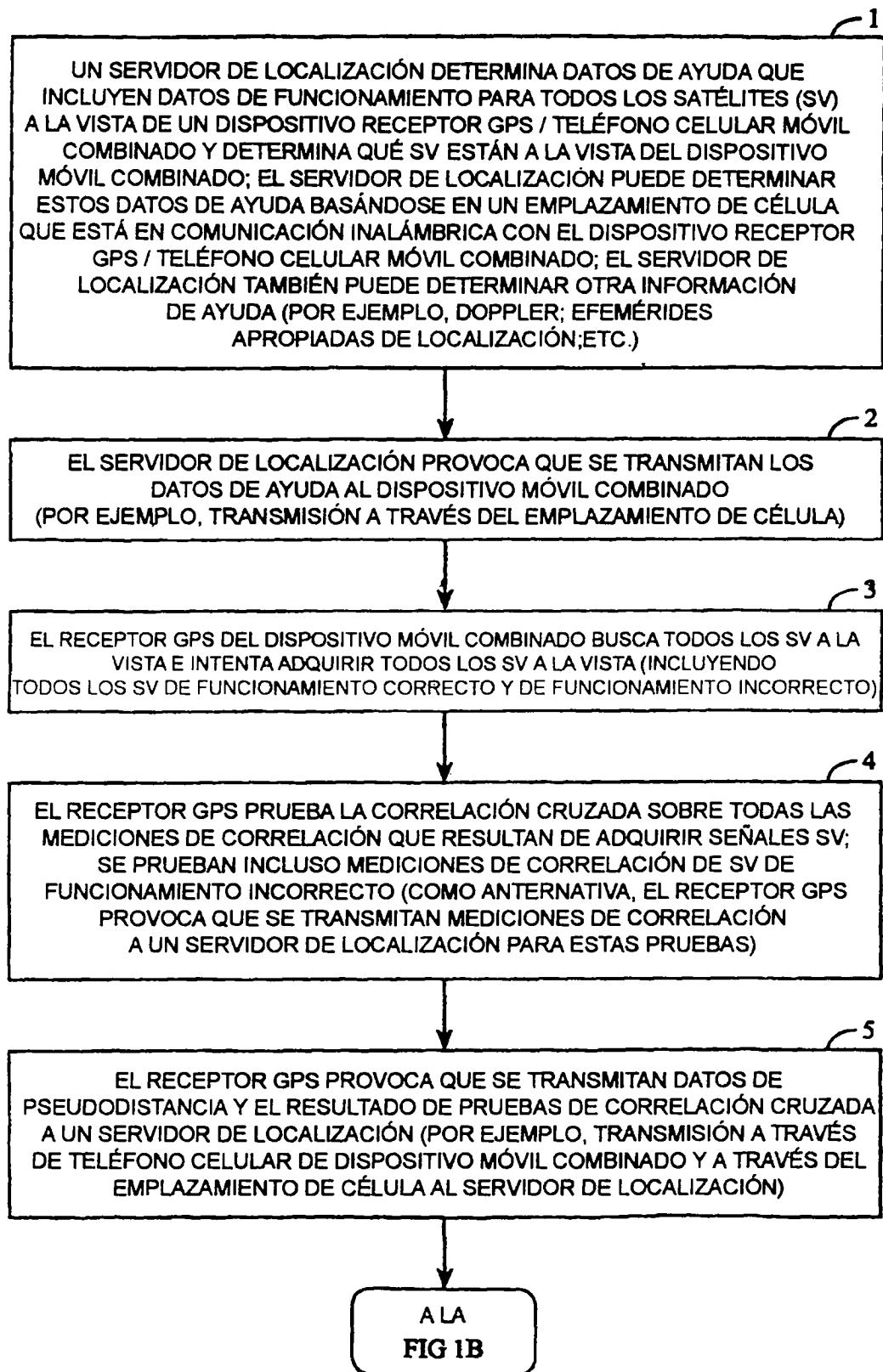


FIG. 1A

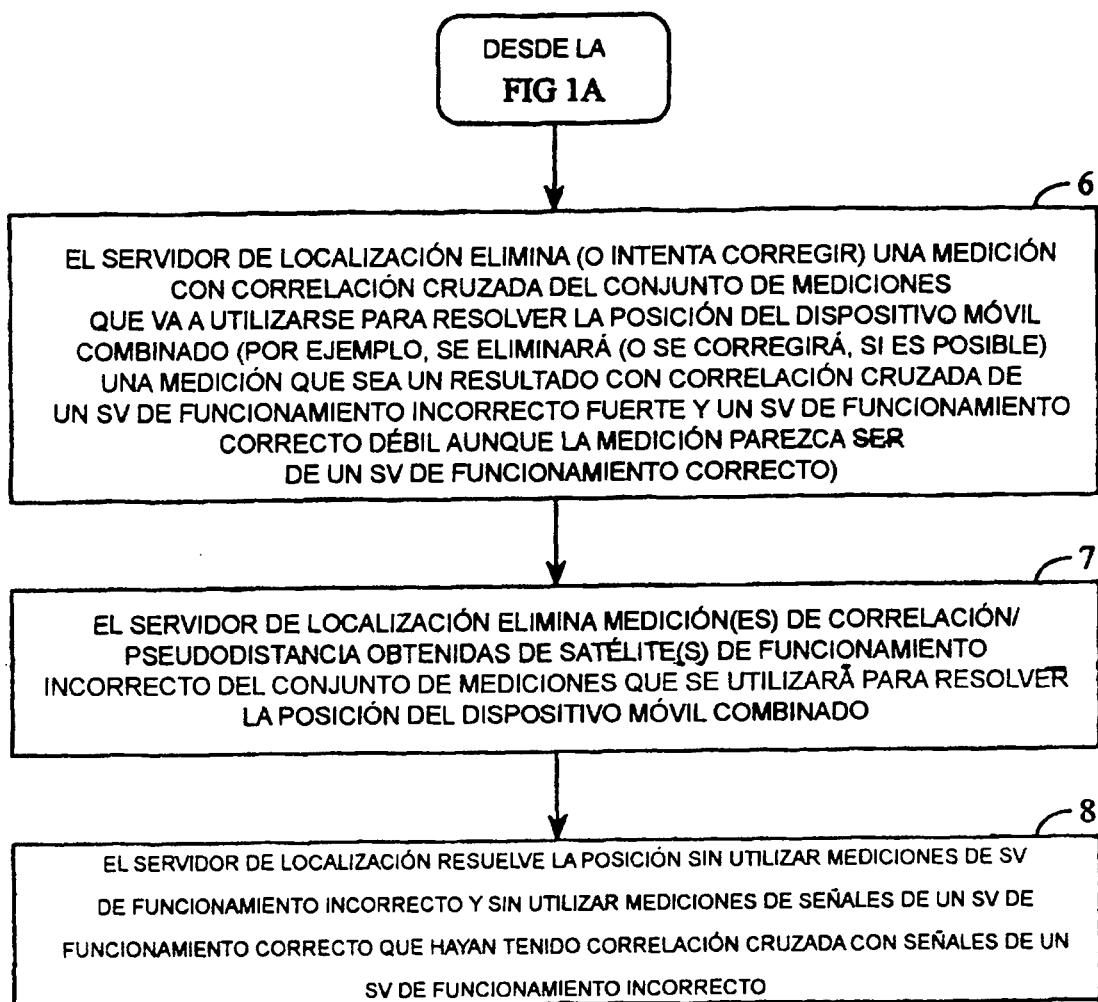


FIG. 1B

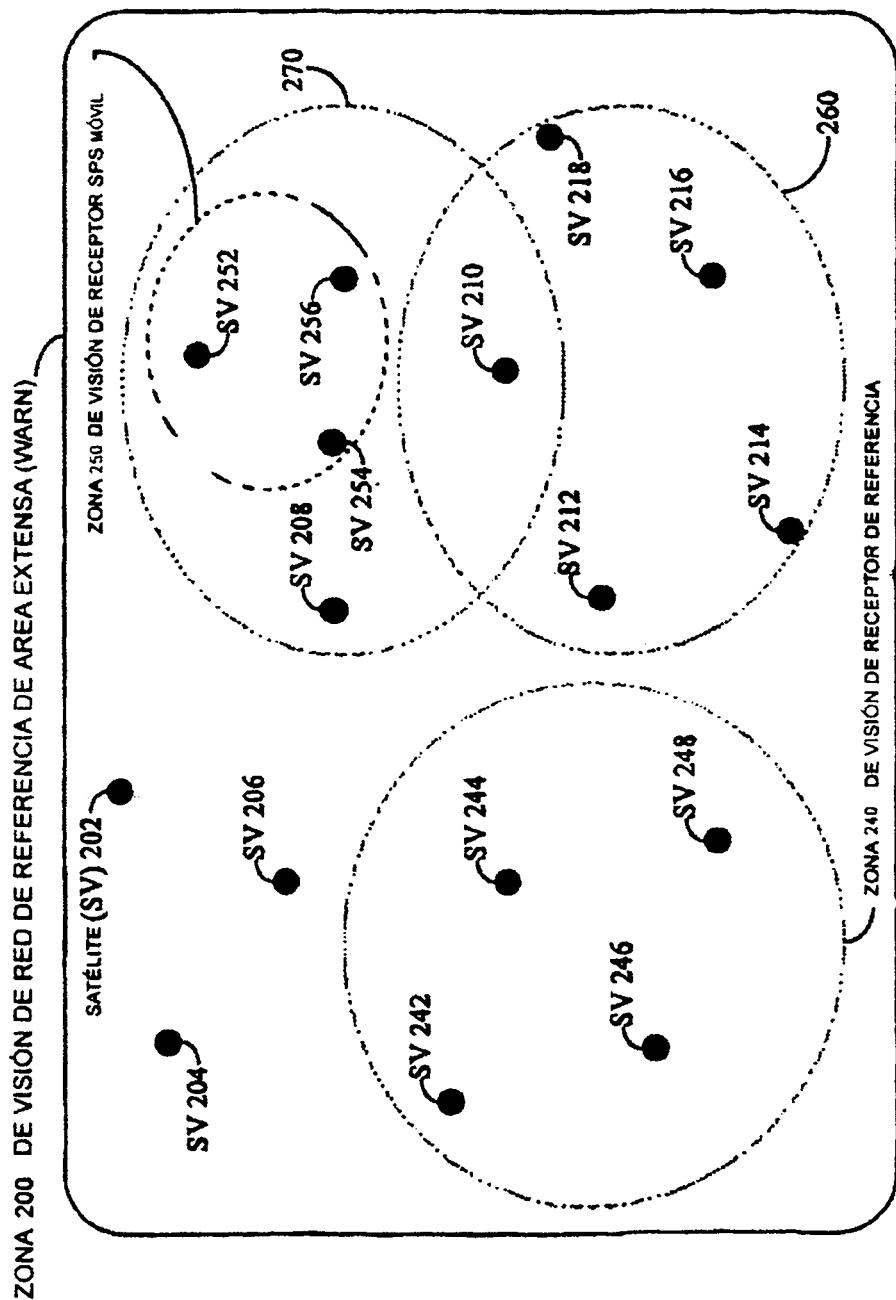


FIG. 2

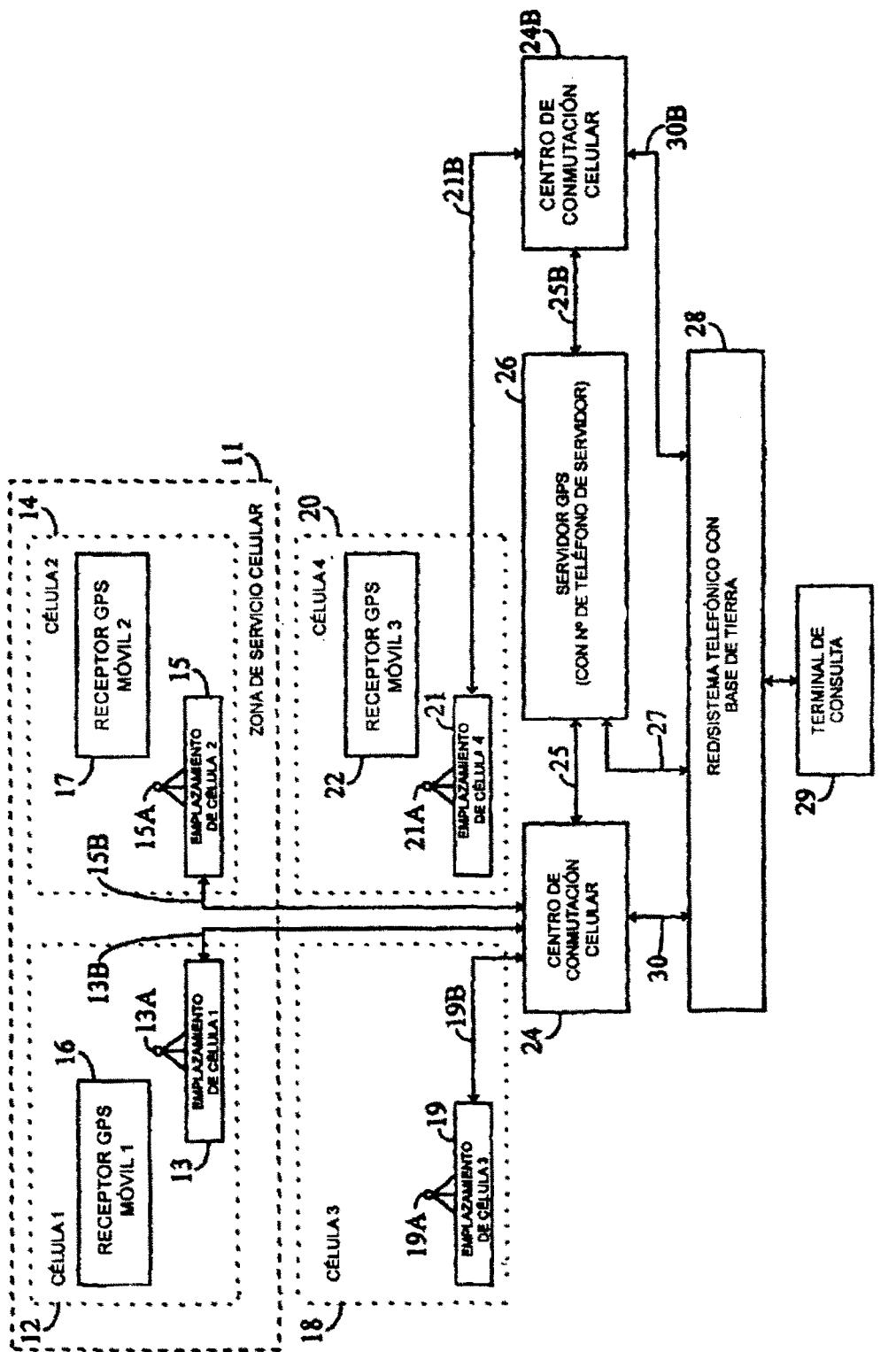


FIG. 3

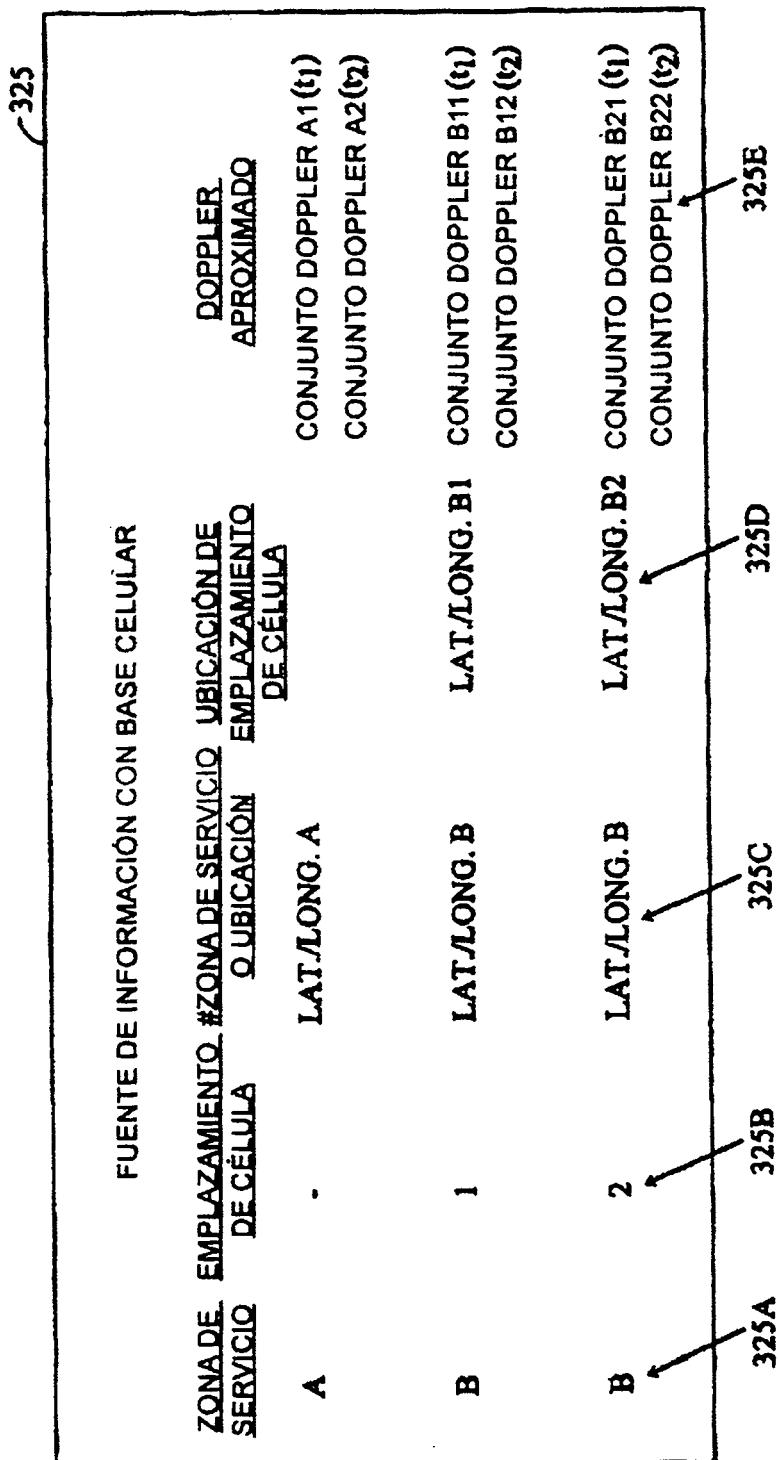


FIG. 4

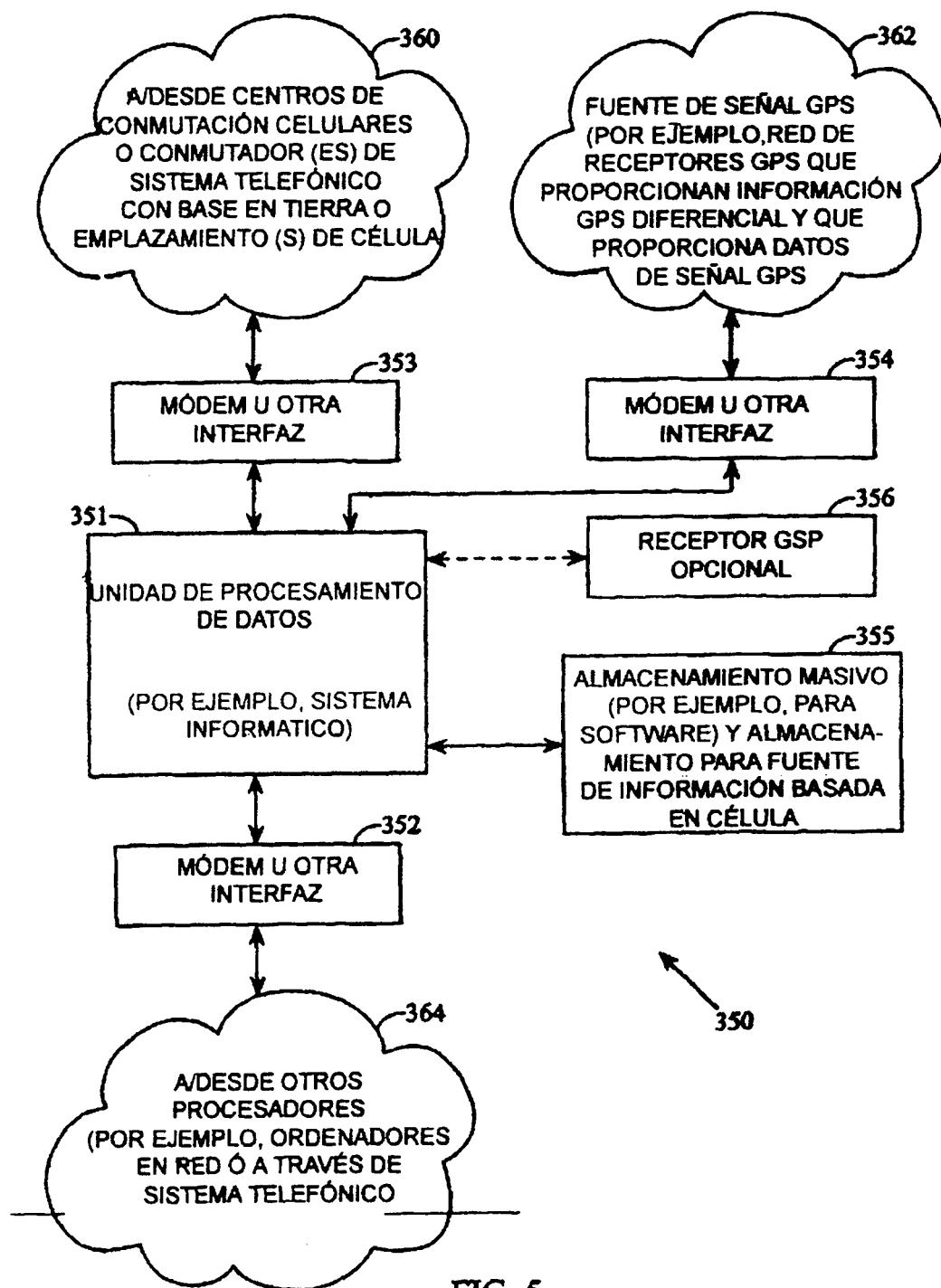


FIG. 5

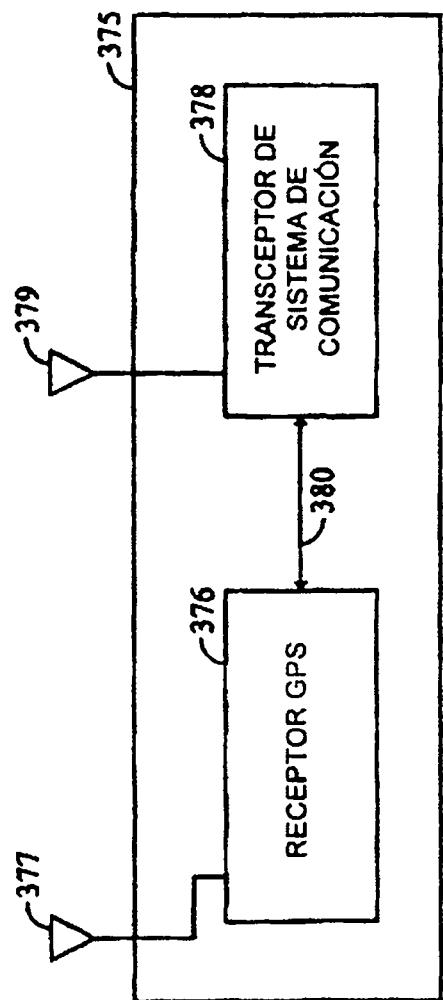


FIG. 6