



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 307 503**

51 Int. Cl.:

G01S 5/00 (2006.01)

G01S 1/04 (2006.01)

G01S 5/14 (2006.01)

G04G 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00921430 .5**

96 Fecha de presentación : **22.03.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1171779**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.01.2002**

54 Título: **Procedimiento y aparato para medida del tiempo en sistemas de posicionamiento por satélite (SPS).**

30 Prioridad: **22.03.1999 US 125673 P**
21.03.2000 US 531806

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

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

72 Inventor/es: **Krasner, Norman**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para medida del tiempo en sistemas de posicionamiento por satélite (SPS).

Esta solicitud es una continuación en parte (CIP) de la solicitud de patente provisional con número de serie 60/125.673 que fue presentada el 22 de marzo de 1999 y que se titula "Procedimiento y aparato para la Medida del Tiempo en un Sistema de Posicionamiento por Satélite (SPS)". Esta solicitud reivindica por la presente el beneficio de la fecha de presentación de dicha solicitud de patente provisional.

La presente invención se refiere a procedimientos y a sistemas que usan las señales recibidas desde sistemas de posicionamiento por satélite (SPS) para localizarse a sí mismos o para determinar la hora del día. Esta invención es una continuación en parte de la Solicitud de patente de los Estados Unidos en trámite junto con la presente, con número de serie 09/074.521, presentada el 7 de mayo de 1998 por Norman Krasner, que es una continuación en parte de la solicitud de patente de los Estados Unidos con número de serie 08/794.649, presentada el 3 de febrero de 1997, que es ahora la patente de los Estados Unidos número 5.812.087 (a la que se hace referencia como la "Patente Madre").

En la mayoría de las situaciones, los procedimientos de la patente madre funcionan de manera fiable, permitiendo que un sistema (por ejemplo, un sistema de servidor) determine un tiempo de captura de señales SPS (tales como por ejemplo, las señales del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)).

En la mayoría de las situaciones de interés, el procedimiento de coordinación del tiempo de esta invención (denominado "comparación de patrón") funciona de manera fiable. En algunas situaciones inusuales, existen latencias extremadamente largas en la transmisión de la señal entre el móvil (por ejemplo, la unidad móvil 453 de la figura 6 de la patente madre) y el servidor (por ejemplo, la estación base 463 de la figura 6 de la patente madre). Esto puede surgir si el enlace utiliza comunicaciones por paquetes que permiten retardos de encaminamiento arbitrariamente largos. En raras ocurrencias dichos paquetes pueden llegar después de un período de tiempo muy largo. Dicha latencia larga requeriría que el servidor comparase la patente recibida proveniente del móvil con un registro muy largo almacenado en el servidor. Esto puede ser complejo desde el punto de vista de computación y puede requerir una cantidad considerable de tiempo para realizar los cálculos necesarios. Además, las largas latencias pueden dar lugar al surgimiento de ambigüedades asociadas con las repeticiones en los patrones de datos. Por ejemplo, una parte sustancial de la señal de datos GPS de los Estados Unidos se repite a intervalos de 30 segundos, y pequeñas porciones se pueden repetir a intervalos de 6 segundos. En tales circunstancias, el procedimiento de comparación de patrón puede producir resultados ambiguos.

Se dirige una atención adicional al documento US-A- 5 812 087, que se refiere a un procedimiento y a un aparato para la medida del tiempo relativo a los mensajes de datos por satélite que se usan con los sistemas de posicionamiento por satélite (SPS). En una realización, se recibe un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite en una entidad, que de manera típica es una estación base. El primer registro se compara con un segundo registro del mensaje de datos por satélite, en donde el primer registro y el segundo registro se solapan al menos de manera parcial en el tiempo. Entonces se determina un tiempo desde esta comparación, y este tiempo indica cuándo se recibió el primer registro (o la fuente desde la que se obtuvo el primer registro) en una entidad remota que de manera típica es un receptor SPS móvil. Se describen otros varios procedimientos de la invención y también se describen varios aparatos de la misma. Los procedimientos y los aparatos miden la hora del día usando señales SPS sin leer los mensajes de datos por satélite que son transmitidos como datos dentro de estas señales. Los procedimientos y los aparatos son adecuados para situaciones en las que el nivel de la señal recibida sea demasiado débil como para permitir la lectura de los mensajes de datos por satélite.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un procedimiento y un aparato para la medida de la hora con relación a los mensajes de datos por satélite para su uso con sistemas de posicionamiento por satélite, como se declara en las reivindicaciones 1 y 19, respectivamente. Se reivindican realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

La presente invención proporciona procedimientos y aparatos para la medida de la hora relacionada con los mensajes de datos por satélite que se usan con los sistemas de posicionamiento por satélite, tales como GPS o Glonass. Un procedimiento de una realización comprende los pasos de: (1) recibir, en una entidad, un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite; (2) comparar el primer registro con un segundo registro del mensaje de datos por satélite, en el que el primer registro y el segundo registro se solapan al menos de manera parcial en el tiempo y en el que la comparación se realiza después de determinar un tiempo estimado cuando se recibió el primer registro; y (3) determinar un tiempo desde la comparación, en el que el tiempo indica cuándo se recibió el primer registro (por ejemplo, la fuente del primer registro) en una entidad remota. En un ejemplo de esta realización, la entidad remota es un receptor SPS móvil y la entidad es una estación base que se comunica con el receptor SPS móvil a través de un enlace sin hilos (y quizá también con hilos). Se puede realizar un procedimiento de la presente invención de manera exclusiva en la estación base. En una realización alternativa, se puede realizar la comparación y después, se puede usar el tiempo estimado de cuando se recibió el primer registro para verificar que el tiempo determinado de la comparación es el correcto.

Una realización de la presente invención para establecer la temporización en el receptor es para que el receptor forme una *estimación* de una parte del mensaje de datos por satélite y transmitir esta estimación a la estación base. En la estación base, esta estimación se compara con un registro de mensajes de datos por satélite recibidos desde otro receptor GPS u otra fuente de información GPS. Este registro se supone que está libre de errores. Esta comparación determina después qué parte del mensaje de la estación base se ajusta más cercanamente a los datos transmitidos por la unidad remota. Como la estación base ha leído el mensaje de datos por satélite sin errores, puede asociar cada uno de los bits de datos de ese mensaje con una consigna de tiempo absoluta, vista por el satélite transmisor. De esta manera, los resultados de la comparación en la estación base asignan un tiempo apropiado a los datos estimados transmitidos por la remota. Esta información de tiempo se puede transmitir de nuevo a la remota, si se desea.

Una variación del anterior enfoque es haber enviado a la estación base un registro limpio del mensaje de datos por satélite a la remota más el tiempo absoluto asociado con el comienzo de este mensaje. En este caso, la entidad remota compara este registro con la estimación de estos datos que se forman por medio del procesamiento de una señal GPS que recibe. Esta comparación proporcionará el desplazamiento en el tiempo entre los dos registros y por lo tanto establecer un tiempo absoluto para los datos recogidos de manera local.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es un diagrama de bloques de los componentes principales de un SPS móvil combinado y el sistema de comunicaciones que puede recibir las señales SPS y establecer la comunicación con una estación base.

La figura 1B muestra un diagrama de bloques de una implementación típica para el convertidor de RF a IF y el sintetizador de frecuencia de la figura 1A.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de flujo que muestra otro procedimiento de la presente invención.

La figura 4A muestra un procedimiento realizado por un receptor SPS móvil en un procedimiento particular de la presente invención;

La figura 4B muestra un procedimiento correspondiente realizado por una estación base.

La figura 5A muestra una realización de una estación base de la presente invención.

La figura 5B muestra otra realización de una estación base de la presente invención.

La figura 6 muestra un sistema de la presente invención que incluye un receptor SPS, un emplazamiento de teléfono celular, una estación base, Internet y un sistema de ordenador cliente.

La figura 7 muestra una vista simplificada de la comparación de patrón realizada de manera típica en la presente invención con el fin de determinar el tiempo de recepción de un mensaje de datos por satélite en un receptor SPS móvil.

La figura 8A muestra un procedimiento realizado por un receptor SPS móvil en una realización particular de la invención, y la figura 8B muestra un procedimiento correspondiente realizado por una estación base.

La figura 9 muestra la estructura simplificada de un receptor GPS convencional.

Las figuras 10A, 10B, 10C y 10D muestran ejemplos de señales SPS muestreadas después de varias etapas del procesamiento de señal de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 11A, 11B y 11C muestran ejemplos adicionales de señales SPS muestreadas después de varias etapas del procesamiento de la señal de acuerdo con la invención.

La figura 12A muestra un ejemplo de un procedimiento aproximado de coordinación de tiempo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 12B muestra otro ejemplo de un procedimiento aproximado de coordinación de tiempo para otra realización de la presente invención.

Descripción detallada de la realización preferida

A continuación se describen varios procedimientos y aparatos para la medida del tiempo relacionados con los mensajes de datos por satélite para su uso con los sistemas de posicionamiento por satélite. La discusión de la invención se centra en el sistema de Posicionamiento Global por Satélite (GPS) de los Estados Unidos. Sin embargo, debería ser evidente que estos procedimientos son igualmente aplicables a sistemas de posicionamiento por satélite similares, tales como el sistema ruso Glonass. Además, se apreciará que las enseñanzas de la presente invención son igualmente

aplicables a sistemas de posicionamiento que utilizan pseudolitos o una combinación por satélites y de pseudolitos. Además, las distintas arquitecturas para las estaciones base y para los receptores SPS se proporcionan para propósitos ilustrativos, en vez de considerarse como limitaciones de la presente invención.

5 La figura 2 muestra un procedimiento generalizado de la presente invención que se puede utilizar con un receptor SPS móvil que esté combinado con un receptor y un transmisor de comunicaciones móviles, tal como el que se muestra en la figura 1A. El receptor móvil GPS 100 mostrado en la figura 1A muestrea el mensaje de datos por satélite, tal como la efeméride, y crea un registro del mensaje en el paso 201. A continuación, en este procedimiento 200, el receptor remoto o móvil GPS transmite este registro a una estación base, tal como la estación base mostrada en las
10 figuras 5A o 5B en el paso 203. Este registro es de manera típica alguna representación del mensaje recibido por el receptor SPS móvil. En el paso 205, la estación base compara el registro transmitido proveniente del receptor SPS móvil con otro registro que puede ser considerado como un registro de referencia del mensaje de datos por satélite. Este registro de referencia tiene valores de tiempo asociados en el que varios segmentos del mensaje de datos por satélite tienen tiempos “de referencia” asociados con los mismos. En el paso 207, la estación base determina el tiempo de muestreo por parte del receptor móvil GPS del mensaje de datos por satélite. Esta determinación se basa en un valor de tiempo que está asociado con el registro de referencia y esta determinación indicará el instante en el que se recibió el registro de la fuente del registro por parte del receptor móvil GPS. En las realizaciones mostradas en las figuras 12A y 12B, la comparación de funcionamiento 205 se ve ayudada por medio de la determinación de una estimación del tiempo de recepción del registro de señales SPS en el receptor SPS móvil. Esta estimación se puede usar para
20 limitar el intervalo de la comparación del registro con una referencia o se puede usar para verificar el resultado de la comparación. Esto normalmente mejorará la velocidad del funcionamiento de la comparación y también asegurará la precisión del resultado (en donde pueden ser inusual largas latencias de transmisión entre la grabación del registro en el móvil y la realización de la operación de comparación).

25 La figura 7 ilustra de una manera simplificada el funcionamiento de la comparación en el paso 205 de la figura 2. En particular, la figura 7 muestra la comparación intentada entre el registro del receptor móvil y el registro de referencia de la estación base mostrados respectivamente como los registros 491 y 495. Los ejes horizontales para ambos registros indican el tiempo. Existe una parte 493 del registro móvil que representa la parte transmitida a la estación base para propósitos de comparación. De manera típica, la estación base tendrá una parte correspondiente
30 497 que se solapará al menos de manera parcial en el tiempo con el registro recibido desde el receptor móvil. En la figura 7, este solapamiento se completa en que el registro de referencia proporciona el mensaje de datos por satélite en todo el intervalo del registro del receptor móvil. Sin embargo, éste solamente es un ejemplo y el solapamiento puede ser tal que solamente una parte del registro del receptor móvil se solape con el registro de referencia de la estación base.

35 La figura 3 ilustra con mayor detalle un procedimiento 220 de la presente invención para medir el tiempo relacionado con los mensajes de datos por satélite par su uso con un sistema de posicionamiento por satélite. El receptor móvil GPS o remoto adquiere en el paso 221 señales GPS y determina los pseudorrangos de las señales GPS adquiridas. En el paso 223, el receptor móvil GPS elimina los datos PN y crea un registro del mensaje de datos por satélite a partir de las señales GPS adquiridas usadas para crear o para determinar los pseudorrangos. Este registro de manera típica es alguna representación de los datos de efeméride en las señales GPS adquiridas y representa de manera típica una estimación de los datos. En el paso 225, el receptor móvil GPS transmite el registro y los pseudorrangos determinados a una estación base, tal como la estación base que se muestra en las figuras 5A ó 5B.

45 En el paso 227, la estación base realiza una correlación cruzada del registro transmitido desde el receptor móvil GPS con respecto a un registro de referencia de efemérides de los satélites. Este registro de referencia de manera típica incluye una consigna de hora precisa asociada con los datos del registro de referencia (por ejemplo, cada bit de los datos del registro de referencia tiene un valor de tiempo asociado o “consigna”), y es esta consigna de hora la que se usará para determinar el instante de recepción por parte del receptor móvil GPS de las señales GPS originalmente adquiridas. En el paso 229, la estación base determina a partir de la operación de correlación cruzada el instante de adquisición por parte del receptor GPS remoto de las señales GPS adquiridas. La estación base usa entonces en el paso 231 el instante de la adquisición por parte del receptor GPS remoto de las señales GPS y usa los pseudorrangos determinados para determinar una información de la posición, que puede ser una latitud y una longitud del receptor GPS remoto/móvil. La estación base, en el paso 233, puede comunicar esta información de la posición del receptor
50 GPS remoto a otra entidad, tal como un sistema de ordenador acoplado a través de una red, tal como Internet, o una intranet, a la estación base. Esto se describirá con mayor detalle más adelante con relación a las figuras 5B y 6.

A continuación se explica con mayor detalle varios procedimientos para estimar los datos por satélite en el receptor SPS remoto. Los procedimientos caen dentro de dos clases: una que realiza la demodulación diferencial y la decisión programada de los datos (después de haber eliminado el PN) y la otra que muestrea los datos I/Q en bruto después de haber eliminado el PN. El primer procedimiento se muestra en forma de diagrama en las figuras 4A y 4B y el segundo se indica en las figuras 8A y 8B. Nótese que el objeto aquí es determinar la diferencia en instantes de llegada entre la recepción de la señal en la estación remota y en la estación base. Como la estación base se supone que tiene la hora precisa, esta diferencia en el tiempo determinará el instante preciso de la recepción de datos en la remota. Como se ha explicado con anterioridad, las dos aproximaciones se diferencian en la cantidad de procesado que se debe hacer por parte de la remota (receptor SPS móvil) y la cantidad de información que debe transferirse desde la remota a la estación base sobre un enlace de comunicaciones. En esencia, existe un compromiso en la carga de procesado en la remota frente a la cantidad de datos que deben pasar sobre el enlace.

ES 2 307 503 T3

Antes de describir los detalles de los procedimientos de las figuras 4A y 4B y las figuras 8A y 8B, se proporciona una revisión del funcionamiento convencional GPS para proporcionar un contraste para los procedimientos de esta invención. En la figura 9 se muestra con detalle una versión simplificada de un receptor GPS convencional 601.

5 Este receptor convencional 601 recibe las señales de entrada I/Q 603 digitalizadas provenientes de una etapa de entrada de RF GPS (por ejemplo, un conversor a una frecuencia inferior y un digitalizador) y mezcla en el mezclador 605 estas señales de entrada 603 con las señales del oscilador provenientes del oscilador local 607. La salida del mezclador 605 se mezcla después en el mezclador 609 con la salida de un generador PN 611 que está controlado para el avance de segmentos por medio de las señales 619 provenientes del microcontrolador 617. El microcontrolador 617
10 controla también el oscilador digital 607 con el fin de trasladar la señal a la banda base cercana.

En el funcionamiento de un receptor GPS convencional, una señal recibida desde un satélite GPS en ausencia de ruido tiene la forma

15

$$y(t) = A P(t) D(t) \exp(j2\pi f_0 t + \phi), \quad (\text{ecuación 1})$$

20 donde $P(t)$ es una secuencia binaria pseudoaleatoria con codificación de desplazamiento de fase repetitiva de longitud 1023 (velocidad de segmento de 1,023 Msegmentos/s) teniendo valores ± 1 y $D(t)$ es una señal de datos de 50 baudios alineada con el comienzo de la formación de la trama PN, de nuevo suponiendo valores ± 1 . Después de trasladar la señal a la banda base cercana (por ejemplo, por medio del mezclador 605), se elimina normalmente el código PN mediante el uso de un correlador (que se puede considerar para incluir elementos 609, 611, 613, 615 y 617
25 de la figura 9). Este dispositivo reproduce de manera local el código $P(t)$ (para el satélite dado) y determina el fasado relativo del PN recibido con el PN generado localmente. Cuando la fase está alineada, el correlador multiplica esta señal por la referencia generada de manera local dando como resultado la señal de la forma:

30

$$P(t) \times y(t) = P(t) A P(t) D(t) \exp(j2\pi f_0 t + \phi) = A D(t) \exp(j2\pi f_0 t + \phi) \quad , \quad (\text{ecuación 2})$$

En este punto la señal es filtrada en banda estrecha (por ejemplo, en el filtro 613) para eliminar el ruido fuera de la banda de la señal de datos $D(t)$. La velocidad de muestreo se puede reducir después a una velocidad pequeña y múltiple de la velocidad de datos por el muestreador 615. De esta forma, la variable tiempo t en el lado derecho de la ecuación (2) toma valores de la forma mT/K , $m = 0, 1, 2, \dots$, donde K es un entero pequeño (por ejemplo, 2) y T es el período de bit.

35 Las muestras de datos en este punto se usan entonces para realizar las operaciones de seguimiento PN, seguimiento de portadora y demodulación de datos. Esto se hace normalmente por medio de algoritmos software en un microprocesador, pero de manera alternativa se puede hacer por medio de hardware. En la figura 9, el microcontrolador 617 realimenta las señales de corrección 621 y 619 al oscilador digital y al generador PN respectivamente con el fin de mantener las señales de portadora generadas de manera local y las señales PN en sincronismo de fase con la señal recibida. Esta operación se hace normalmente en paralelo para una multiplicidad de señales GPS recibidas de manera simultánea (de manera típica, 4 ó más señales GPS provenientes de 4 o más satélites GPS).

Ahora, en algunas circunstancias, (por ejemplo, una baja relación señal a ruido ("SNR")) la señal GPS puede ser tan débil que los datos $D(t)$ no se pueden extraer con una alta fiabilidad. Como se ha descrito con anterioridad, un receptor GPS convencional necesita leer estos datos con el fin de determinar una hora universal así como proporcionar una posición fija. Una aproximación alternativa, proporcionada por la presente invención, en esta situación de baja SNR es para que la remota funcione junto con una estación base, la última de las cuales tiene que acceder a esta información de datos por satélite. La remota envía información a la estación base que le permite calcular el tiempo asociado con la recepción original de dichos datos por parte de la remota. Existe una configuración alternativa en la que la estación base envía información a la remota con el fin de que ésta calcule este momento de recepción. Consideremos
55 principalmente el primer caso.

Se debe señalar que la coordinación de tiempo entre la base y la remota puede, en algunos de los casos, conseguirse mediante el envío de señales precisas de temporización (por ejemplo, pulsos o formas de onda especializadas) a través de un enlace de comunicaciones y contando cualquier tiempo de tránsito por parte de cualquier conocimiento a priori de las latencias de enlace o de las medidas de un retardo de ida y vuelta (suponiendo un enlace simétrico bidireccional). Sin embargo, existen muchas circunstancias en las que esta aproximación no es práctica o es imposible. Por ejemplo, muchos enlaces incluyen protocolos paquetizados en los que las latencias pueden ser variables de un transmisor a otro y abarcan muchos segundos.

65 El enfoque de esta invención es para que la remota forme una estimación de una parte de la secuencia de datos $D(t)$ o una estimación de una versión procesada de la misma, y transmita estos datos a la estación base. Esta secuencia de datos se puede comparar frente a una señal similar pero de una fidelidad mucho más alta generada en la estación

ES 2 307 503 T3

base. Las dos secuencias son deslizadas en el tiempo una con relación a la otra hasta que ocurra la mejor coincidencia, de acuerdo con una métrica dada, tal como un error cuadrático medio mínimo. Este procedimiento de “correlación” es muy similar al que se usa por parte de los receptores GPS con el fin de sincronizarse a las secuencias de expansión PN; aquí, sin embargo, el funcionamiento se usa sobre señales de datos de velocidad mucho más baja y, además, el patrón de dichas señales está cambiando de manera constante y puede ser desconocido *a priori*.

Como la estación base conoce de manera presumible el instante preciso asociado con cada uno de los elementos del mensaje, puede utilizar este conocimiento más la comparación anteriormente mencionada para averiguar el instante original asociado con la señal recibida en la remota.

De esta forma, el principal problema radica en la estimación en la remota de la secuencia de datos $D(t)$ o una derivada de la misma.

Una realización particular de la invención, mostrada en las figuras 8A y 8B, para estimar la secuencia de datos es simplemente muestrear y almacenar un registro de la señal después de que se haya eliminado el PN, por ejemplo, como se muestra en la ecuación (2). Aquí, se supone que la señal va a ser muestreada a una velocidad múltiple pequeña de la velocidad de datos; una velocidad de 100 muestras por segundo puede ser adecuada para este propósito. Nótese que se deben muestrear tanto los tributarios I como Q. También, se debería tomar un registro de longitud de alrededor de 25 o más símbolos de datos (0,5 segundos) con el fin de hacerlo probable de que el patrón de datos sea único para el propósito de identificación en la estación base. Nótese a partir de la ecuación (2) que puede estar presente aún una pequeña portadora residual f_0 y una portadora de fase desconocida ϕ . Es altamente beneficioso que la frecuencia de portadora sea conocida con una precisión mejor de \pm la mitad de la velocidad de muestreo de la señal de datos; en cualquier otro caso, la portadora puede introducir de manera efectiva inversiones de fase de la señal de datos y de esta manera corromper los datos.

La figura 8A ilustra un procedimiento realizado en el receptor móvil GPS de acuerdo con esta realización particular. El receptor adquiere el primer código PN (o el siguiente si no existe el primero) para la señal GPS particular y elimina el código PN de la señal del paso 503. Entonces, el receptor realiza una estimación precisa de frecuencia portadora en el paso 505 y después elimina la portadora de la señal introducida en el paso 507. Después, se muestrean los datos I y Q y se cuantifican en los pasos 509 y 511, y este resultado cuantificado se salva como un registro del mensaje de datos por satélite correspondiente y después se transmiten a la estación base (quizá también con el correspondiente pseudorrango del satélite GPS que transmite la señal GPS particular). En el paso 513, el receptor determina si el receptor ha realizado los pasos 503, 505, 507, 509 y 511 (y así determinar un registro) para todos los satélites de interés (por ejemplo, todos los satélites que estén a la vista del receptor móvil GPS o al menos cuatro satélites a la vista). Si se ha determinado un registro del mensaje de datos por satélite de cada uno de los satélites de interés, entonces el receptor GPS transmite (en el paso 515) los registros con una etiqueta de tiempo transcurrido a la estación base. La etiqueta de tiempo transcurrido puede ser usada por la estación base para estimar y/o para seleccionar el registro de “referencia” en la estación base que será comparado (por ejemplo, por medio de la correlación) con el registro. Si el receptor no ha determinado un registro de cada uno de los satélites de interés, entonces el receptor móvil GPS procede a la inversa a partir del paso 513 de nuevo hacia el paso 503, y repite los pasos 503, 505, 507, 509 y 511 con el fin de determinar un registro del mensaje de datos por satélite recibido desde el siguiente satélite de interés. Un ejemplo de un receptor GPS (y de un receptor/transmisor de comunicaciones) que pueden realizar el procedimiento de la figura 8A se muestra en la figura 1A, y este receptor GPS se describe con mayor detalle más adelante.

La estación base cuando recibe esta información puede refinar la estimación de la frecuencia y eliminar la portadora y después determinar la temporización relativa por medio de la correlación cruzada de estos datos frente a datos similares extraídos de una señal de alta fidelidad recibida desde un receptor GPS con una clara visión del cielo (o recibida de alguna otra fuente de señales GPS de alta fidelidad, tal como desde Internet o desde una estación de control en tierra GPS).

La figura 8B muestra un procedimiento 521 realizado por la estación base al recibir el registro del mensaje de datos por satélite transmitido desde la remota. En el paso, 523, la estación base recibe un registro correspondiente a un mensaje de datos por satélite, y después en el paso 525 se engancha la fase del registro y elimina cualquier error/fluctuación de fase residual en el paso 525. Al mismo tiempo que los pasos 523 y 525, la estación base de manera típica estará realizando un seguimiento y realizará la demodulación de los mensajes de datos GPS y aplicará etiquetas de tiempo a estos mensajes de datos con el fin de proporcionar un valor de tiempo preciso en asociación con varios intervalos del mensaje de datos por satélite que hayan sido demodulados. Esto se muestra en el paso 527. De manera típica, la estación base estará realizando el seguimiento y la demodulación de los mensajes de datos por satélite sobre una base continua de forma que se esté generando un registro de referencia continuo y se almacene en la estación base una muestra en ejecución de este registro de “referencia”. Se apreciará que este registro en ejecución de la referencia se puede mantener durante un período de tiempo de hasta quizá 10 a 30 minutos antes del instante actual. Esto es, la estación base puede mantener una copia del registro de referencia como máximo durante 30 minutos antes de descartar la parte más antigua del registro de referencia y sustituirlo en efecto con la parte más nueva en el tiempo.

En el paso 529, la estación base correla el registro de referencia de la base frente al registro de referencia de la remota para el primer (o para el siguiente, si no existe el primero) mensaje de datos por satélite desde el primer (o el siguiente) satélite. Esta correlación es efectivamente una comparación entre los dos registros con el fin de comparar los patrones de forma que la estación base pueda determinar el tiempo de manera precisa cuando la remota recibió el

registro (que es de manera típica, en efecto, el tiempo en el que la fuente de ese registro fue recibida por la remota ya que el registro es de por sí una estimación de la fuente). Se apreciará que como se acostumbra a describir la presente invención, el tiempo de recepción del registro por parte de la remota es de manera efectiva el tiempo de recepción de la fuente del registro en la remota. En el paso 531, la estación base encuentra e interpola la localización de pico que indica el instante en el que la remota recibió el registro para el satélite actual y su correspondiente mensaje de datos por satélite. En el paso 533, la estación base determina si se han determinado todos los instantes de tiempo asociados con todos los correspondientes registros para todos los satélites de interés. Si no se han determinado, el procesado procede hacia atrás con el paso 529 y se repite el proceso para cada registro recibido desde la remota. Si se han procesado todos los registros con el fin de determinar los instantes de tiempo correspondientes para todos los satélites de interés y sus correspondientes mensajes de datos por satélite, entonces el procesado procede a partir del paso 533 al paso 535, en el que se comparan los tiempos para los diferentes satélites de interés. En el paso 537, se usa lógica de mayoría para descartar datos erróneos o ambiguos y después en el paso 539 se determina si todos los datos son ambiguos. Si todos los datos son ambiguos, la estación base ordena al receptor móvil GPS que tome datos adicionales por medio de la transmisión de una orden al receptor de comunicaciones en la unidad móvil GPS. Si todos los datos no son ambiguos, entonces en el paso 543 la estación base realiza un promedio ponderado de los tiempos para determinar un tiempo promedio de recepción de los mensajes de datos por satélite en el receptor móvil GPS. Se apreciará que en ciertas circunstancias tales como aquéllas cuando se digitalizan y se almacenan una muestra de señales GPS en una memoria digital para su procesado adicional que, en efecto, habrá un tiempo de recepción tan largo como la muestra sea de corta duración. En otros casos, tales como los que implican la correlación en serie en los que se procesa un satélite a la vez y se adquieren las señales de ese satélite y se hace un registro de esa señal y después lo siguiente que se hace en el tiempo es adquirir otra señal por satélite, en este caso, puede haber múltiples instantes de tiempo de recepción y la estación base puede determinar cada uno de esos instantes de tiempo y usarlos de la manera que se describe a continuación.

Se apreciará que el tiempo de recepción del registro junto con los pseudorrangos que se transmiten de manera típica desde el receptor móvil GPS, al menos en algunas realizaciones, serán usados por la estación base para determinar una información de la posición, tal como una latitud y una longitud y/o una altitud del receptor móvil GPS.

En algunos casos, puede ser difícil determinar la frecuencia portadora residual (en el paso 525) con una precisión suficiente y después una demodulación diferencial de los datos provenientes de la remota y los datos recibidos localmente pueden preceder a la correlación cruzada. Esta demodulación diferencial se describe de manera adicional a continuación junto con las figuras 4A y 4B.

Si la capacidad del enlace de comunicaciones (entre el receptor móvil GPS y la estación base) es baja, es ventajoso para la remota realizar el procesado adicional de la señal desexpandida (la señal con el PN eliminado). Una buena aproximación hacia este fin, como se ilustra en las figuras 4A y 4B, es que la remota detecte de manera diferencial esta señal por medio de la realización de una operación de retardo - multiplicación sobre la señal de datos, con el retardo fijado a un período de bit (20 milisegundos) o un múltiplo del mismo. De esta manera, si la señal en banda base de la ecuación (2) se representa como

$$z(t) = A D(t) \exp(j2\pi f_0 t + \phi) \quad (\text{ecuación 3})$$

entonces la operación apropiada sería:

$$z(t) z(t-T)^* = A^2 D(t) D(t-T) \exp(j2\pi f_0 T) = A^2 D_1(t) \exp(j2\pi f_0 T), \quad (\text{ecuación 4})$$

donde el asterisco representa el complejo conjugado, T es el período de bit (20 ms) y $D_1(t)$ es una nueva secuencia de 50 baudios formada por medio de la descodificación diferencial de la secuencia de datos original (por ejemplo, haciendo corresponder una transición a un -1 y la no transición a un +1). Ahora, si el error de frecuencia de portadora es pequeño comparado con el recíproco del período de símbolo, entonces el último término exponencial tiene una componente real que domina a la componente imaginaria y solamente la componente real puede ser retenida produciendo el resultado $A^2 D_1(t)$. De esta forma, la operación de la ecuación (4) produce un flujo de señal real en lugar del flujo de señal complejo del procedimiento mostrado en la figura 8A. Esto, de por sí, divide a la mitad la longitud del mensaje de transmisión requerida cuando se transmite el registro a través del enlace de comunicaciones. Como la señal $A^2 D_1(t)$ está en banda base, puede ser muestreada a cualquier velocidad más pequeña que la del procedimiento mostrado en la figura 8A. Es posible también, retener solamente los signos de estos datos, reduciendo por lo tanto la cantidad de datos que se vayan a transmitir. Sin embargo, esta aproximación reducirá la capacidad de la estación base de resolver el tiempo mucho mejor que un período de símbolo (20 ms). Aquí, notaríamos que el código PN se repite a un intervalo de 1 ms y así, no será útil por sí mismo para resolver además este error de la medida.

La figura 4A ilustra los pasos de procesado realizados en el receptor móvil GPS, y la figura 4B ilustra los pasos de procesado realizados en la estación base de acuerdo con esta realización particular de la presente invención. El

receptor móvil GPS recibe en el paso 301 una petición para la información de la posición desde una estación base. Se apreciará que en una realización típica, esta recepción ocurrirá por medio de un receptor de comunicaciones tal como el que se muestra dentro del receptor móvil GPS 100 de la figura 1A. En respuesta a esa petición de la información de la posición, el receptor móvil GPS en el paso 303 adquiere el primer (o el siguiente, si no existe el primero) código PN de una señal GPS y elimina ese código PN de la señal GPS recibida. En el paso 305, la remota realiza una estimación precisa de la frecuencia de portadora; la precisión de esta estimación debería ser mejor que la velocidad de muestreo del mensaje de datos GPS, que de manera típica es de 100 Hz en el caso de datos GPS de 50 baudios. El paso 305 se puede realizar mediante el uso de sistemas de medida de la frecuencia convencionales en receptores GPS; estos sistemas de medida de la frecuencia usan de manera típica bucles de seguimiento de portadora que a menudo incluyen lazos enganchados en fase para extraer la portadora y después un circuito de medida de la frecuencia o de manera alternativa, un bucle de seguimiento de la frecuencia, con un lazo enganchado en fase. En el paso 307, el receptor móvil GPS elimina la frecuencia de portadora de la señal restante, dejando los datos de 50 baudios. Después, en el paso 309, los restantes datos son detectados de manera diferencial por medio del muestreo de los datos típicamente a dos veces la velocidad de los propios datos. Se apreciará que en lugar de detectar de manera diferencial los datos como en el paso 309, el receptor GPS remoto puede transmitir los propios datos a la estación base y permitir que la estación base realice los pasos de detección diferencial y de cuantificación 309 y 311. El receptor móvil GPS continúa, en el paso 311, por medio de la cuantificación y del almacenamiento del resultado que es un registro del mensaje de datos por satélite que de manera típica tiene una duración en el tiempo a partir de la mitad de un segundo. Entonces, en el paso 313, el receptor móvil GPS determina si se ha creado un registro de mensajes de datos por satélite para cada uno de los satélites de interés, que pueden ser todos los satélites a la vista o al menos cuatro satélites a la vista. Si no se ha creado un registro para cada uno de los satélites de interés y sus correspondientes mensajes de datos por satélite, entonces el procesado procede a partir del paso 313 hacia atrás al paso 303 y este bucle continúa hasta que se haya creado un registro para cada uno de los mensajes de datos por satélite para cada uno de los satélites de interés. Si se han determinado y se han creado todos los registros para todos los satélites de interés, entonces el procesado procede a partir del paso 313 al paso 315 en el que el receptor móvil GPS transmite a través de su transmisor de comunicaciones los registros para todos los satélites de interés con una etiqueta de tiempo basta (transcurrido) que se usa por parte de la estación base de la manera anteriormente descrita.

La estación base recibe estos registros desde el receptor móvil GPS en el paso 324 mostrado en la figura 4B. Al mismo tiempo de la operación del receptor móvil GPS, la estación base de manera típica está haciendo un seguimiento y demodulando los mensajes de datos GPS y aplicando etiquetas de tiempo a esos mensajes de datos con el fin de efectuar consignas de tiempo en estos mensajes de datos; esto se realiza en el paso 321 como se muestra en la figura 4B. Después, en el paso 323, la estación base descodifica de manera diferencial los datos para proporcionar los datos de la base que se usarán en la operación de correlación en el paso 325. Los datos recibidos desde el receptor móvil GPS serán almacenados de manera típica para la operación de correlación y se compararán frente a los datos descodificados de manera diferencial almacenados del paso 323. En el paso 325, la estación base correla los datos de la base frente al registro proveniente del receptor móvil GPS para el primer (o para el siguiente, si no es el primero) satélite. En el paso 327, la estación base encuentra e interpola la localización de pico que indica el tiempo de llegada en el receptor móvil del mensaje de datos por satélite proveniente del satélite actual que está siendo procesado. En el paso 329, la estación base determina si se ha realizado la correlación para todos los registros recibidos desde el receptor móvil. Si no es así, entonces el procesado procede hacia atrás al paso 325 en el que se procesa en los pasos 325 y 327 el siguiente registro para el siguiente mensaje de datos por satélite. Si en el paso 329, se ha determinado que la correlación se ha realizado para todos los registros recibidos desde el receptor móvil GPS, entonces en el paso 331, se hace una comparación entre los instantes de tiempo determinados para los diferentes satélites de interés. En el paso 333, la estación base usa lógica de mayoría para descartar datos erróneos o ambiguos. Después, en el paso 335, la estación base determina si todos los datos son ambiguos o erróneos. De ser así, la estación base ordena al receptor móvil en el paso 337 que adquiera más datos y todo el proceso al completo se repetirá comenzando desde el procedimiento que se muestra en la figura 4A y continuando con el procedimiento que se muestra en la figura 4B. Si todos los datos no son ambiguos como se determinó en el paso 335, entonces la estación base realiza un promedio ponderado de todos los instantes de tiempo en el paso 339 y usa este promedio ponderado con los pseudorrangos transmitidos desde el receptor móvil GPS, al menos en algunas realizaciones, con el fin de determinar una información de posición del receptor móvil GPS.

Con el fin de ilustrar los pasos de procesado que se acaban de describir, se muestreó una señal GPS en directo, recogida dentro de un registro, desexpandida y muestreada a una velocidad de 4 muestras por período de símbolo. La figura 10A muestra un registro de 1 segundo de la parte real de la forma de onda desexpandida con la portadora parcialmente eliminada. El patrón de símbolo es evidente, pero aún está presente obviamente un pequeño desplazamiento de portadora residual de aproximadamente 1 Hz. La figura 10B muestra la señal detectada de manera diferencial por medio de la multiplicación de la misma por una versión conjugada y retrasada de la misma con un retardo igual a 20 milisegundos. El patrón de símbolos es claramente evidente. La figura 10C muestra la señal de datos ideal y la figura 10D muestra la correlación cruzada de la señal ideal (por ejemplo, producida en la estación base) y la señal de 10B. Nótese las señales deformadas en 10 dB que son el resultado de los efectos de muestreo y de la naturaleza no lineal de la señal debido al ruido, etc.

La figura 11A muestra los datos demodulados cuando se añade ruido a la señal, de forma que la SNR de la señal demodulada sea aproximadamente de 0 dB. Esto modela la situación en la que la señal GPS recibida se reduce en potencia en 15 dB con relación a su nivel nominal, por ejemplo, por condiciones de bloqueo. La figura 11B muestra los datos demodulados de manera diferencial. El patrón de bit es indetectable. Finalmente, la figura 11C muestra la correlación cruzada de esta señal de ruido con la referencia limpia. Obviamente, el pico es aún intenso, con un nivel

de pico respecto a RMS en exceso de 5,33 (14,5 dB), permitiendo la estimación del tiempo de llegada. De hecho, una rutina de interpolación aplicada alrededor del pico de esta señal indicó una precisión de menos de 1/16 espaciado de muestra, es decir, menos de 0,3 ms.

- 5 Como se ha mencionado con anterioridad, la estación base puede enviar a la remota la secuencia de datos junto con el tiempo asociado con el comienzo de este mensaje. La remota puede estimar entonces el tiempo de llegada del mensaje de datos a través de los mismos procedimientos de correlación cruzada descritos anteriormente excepto que estos procedimientos de correlación cruzada son realizados en la remota. Esto es útil si la remota calcula su propia localización de la posición. En esta situación, la remota también puede obtener datos de efemérides por satélite por medio de una transmisión de dichos datos desde la estación base.

15 La figura 1A muestra un ejemplo de un sistema combinado de receptor móvil GPS y de comunicaciones que se puede usar en la presente invención. Este sistema combinado de receptor móvil GPS y de comunicaciones 100 ha sido descrito con detalle en la solicitud, en trámite junto con la presente, con número de serie 08/652.833, presentada el 23 de mayo de 1996 y titulada "Sistema de Posicionamiento GPS y Sistema de Comunicaciones combinados que utilizan circuitería compartida" (ahora, la patente de los Estados Unidos número 6.002.363). La figura 1B ilustra con mayor detalle el conversor de RF a IF 7 y el sintetizador de frecuencia 16 de la figura 1A. Estos componentes mostrados en la figura 1B también se describen en la solicitud, en trámite junto con la presente, con número de serie 08/652.833. El receptor móvil GPS y el sistema de comunicaciones 100 mostrados en la figura 1A se pueden configurar para realizar una forma particular de procesamiento digital de la señal sobre las señales GPS almacenadas de tal manera que el receptor tenga muy alta sensibilidad. Esto se describe de manera adicional en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos, en trámite junto con la presente, con número de serie 08/612.669, que fue presentada el 8 de marzo de 1996, y que se titula "Un receptor GPS mejorado y un procedimiento para procesar señales GPS". Esta operación de procesamiento descrita en la solicitud con número de serie 08/612.669 calcula una pluralidad de convoluciones intermedias de manera típica usando transformadas rápidas de Fourier y almacena estas convoluciones intermedias en la memoria digital y después usa estas convoluciones intermedias para proporcionar al menos un pseudorrango. El sistema combinado GPS y de comunicaciones 100 mostrado en la figura 1A también puede incorporar ciertas técnicas de estabilización o calibración de la frecuencia con el fin de mejorar de manera adicional la sensibilidad y la precisión del receptor GPS. Estas técnicas se describen en la solicitud, en trámite junto con la presente, con número de serie P003X, que fue presentada el 4 de diciembre de 1996, y que se titula "Un receptor GPS mejorado que utiliza un enlace de comunicaciones" (ahora, la patente de los Estados Unidos número 5.841.396).

En lugar de describir en detalle el funcionamiento sistema combinado de receptor GPS móvil y de comunicaciones 100 mostrado en la figura 1A, se proporcionará aquí un breve resumen. En una realización típica, el receptor móvil GPS y el sistema de comunicaciones 100 recibirán una orden proveniente de una estación base, tal como la estación base 17, que puede ser cualquiera de las estaciones mostradas en la figura 5A o en la figura 5B. Esta orden es recibida sobre la antena de comunicaciones 2 y la orden se procesa como un mensaje digital después de ser almacenada en la memoria 9 por parte del procesador 10. El procesador 10 determina que el mensaje es una orden para proporcionar una información de la posición a la estación base, y esto provoca que el procesador 10 active la parte GPS del sistema al menos algunas de las cuales pueden ser compartidas con el sistema de comunicaciones. Esto incluye, por ejemplo, la configuración del conmutador 6 de forma que el conversor de RF a IF 7 reciba señales GPS provenientes de la antena GPS 1 en lugar de señales de comunicaciones provenientes de la antena de comunicaciones 2. Entonces las señales GPS son recibidas, digitalizadas y almacenadas en la memoria digital 9 y después son procesadas de acuerdo con las técnicas de procesamiento digital de la señal descritas en la anteriormente mencionada solicitud con número de serie 08/612.669. El resultado de este procesamiento de manera típica incluye una pluralidad de pseudorrangos para la pluralidad por satélites a la vista y estos pseudorrangos son después transmitidos de vuelta a la estación base por parte del componente de procesamiento 10 activando la parte del transmisor y transmitiendo los pseudorrangos de vuelta a la estación base a la antena de comunicaciones 2.

50 La estación base 17 mostrada en la figura 1A se puede acoplar directamente a la remota a través de un enlace de comunicaciones por radio o puede ser, como se muestra en la figura 6, acoplada a la remota a través de un emplazamiento de telefonía celular que proporcione un enlace de comunicaciones con hilos entre el emplazamiento telefónico y la estación base. Las figuras 5A y 5B ilustran estas dos posibles estaciones base.

55 La estación base 401 ilustrada en la figura 5A puede funcionar como una unidad autónoma por medio de proporcionar un enlace radio a y desde receptores móviles GPS y por medio del procesamiento de los pseudorrangos recibidos y los correspondientes registros de instantes de tiempo de acuerdo con la presente invención. Esta estación base 401 puede encontrar uso cuando la estación base esté localizada en un área metropolitana y todos los receptores móviles GPS que vayan a ser objeto de seguimiento estén de manera similar localizados en la misma área metropolitana. Por ejemplo, esta estación base 401 puede ser empleada por los efectivos de la policía o por los servicios de rescate con el fin de hacer un seguimiento de personas que estén usando los receptores móviles GPS. De manera típica, los elementos del transmisor y del receptor 409 y 411 respectivamente, serán fusionados en una única unidad transceptora y tendrá una única antena. Sin embargo, estos componentes se han mostrado por separado ya que también pueden existir de manera separada. El transmisor 409 funciona para proporcionar órdenes a los receptores móviles GPS a través de la antena del transmisor 410; este transmisor 409 típicamente está bajo el control de la unidad de procesamiento de datos 405 que puede recibir una petición desde un usuario de la unidad de procesamiento para determinar la localización de un receptor móvil GPS particular. Por consiguiente, la unidad de procesamiento de datos 405 provocaría que la orden fuese transmitida por parte del transmisor 409 al receptor móvil GPS. Como respuesta, el receptor móvil GPS transmitiría de vuelta al

receptor 411 pseudorrangos y los registros correspondientes en una realización de la presente invención para que fuesen recibidos por la antena receptora 412. El receptor 411 recibe estos mensajes provenientes del receptor móvil GPS y los entrega a la unidad de procesamiento de datos 405 que realiza después las operaciones que derivan la información de la posición a partir de los pseudorrangos del receptor móvil GPS y de los mensajes de datos por satélite recibidos provenientes del receptor GPS 403 o de otra fuente de mensajes de datos por satélite de calidad de referencia. Esto se describe de manera adicional en las solicitudes de patente en trámite junto con la presente anteriormente mencionadas. El receptor GPS 403 proporciona los datos de efeméride por satélite que se usan con los pseudorrangos y el tiempo determinado con el fin de calcular una información de la posición para el receptor GPS móvil. El almacenamiento masivo 407 incluye una versión almacenada del registro de referencia de los mensajes de datos por satélite que se usan para comparar frente a los registros recibidos desde el receptor móvil GPS. La unidad de procesamiento de datos 405 se puede acoplar a una pantalla opcional 415 y también se puede acoplar a un almacenamiento masivo 413 con software GIS que es opcional. Se apreciará que el almacenamiento masivo 413 puede ser el mismo que el almacenamiento masivo 407 en que los dos pueden estar contenidos en el mismo disco duro o en otro dispositivo de almacenamiento masivo.

La figura 5B ilustra una estación base alternativa de la presente invención. Esta estación base 425 está destinada a ser acoplada a emplazamientos remotos transmisores y receptores tales como el emplazamiento telefónico celular 455 mostrado en la figura 6. Esta estación base 425 también se puede acoplar a sistemas de cliente a través de una red, tal como Internet o una intranet, u otros tipos de sistemas de red de ordenadores. El uso de la estación base de esta manera se describe de manera adicional en la solicitud, en trámite junto con la presente, con número de serie 08/708.176, que fue presentada el 6 de septiembre de 1996 y que se titula "Dispositivo localizador remoto basado en cliente - servidor". La estación base 425 se comunica con una unidad GPS móvil, tal como el sistema combinado de receptor móvil GPS y de comunicaciones 453 que se muestra en la figura 6 a través del emplazamiento de telefonía celular 455 y de su correspondiente antena o antenas 457 como se muestra en la figura 6. Se apreciará que el sistema combinado de receptor GPS y de comunicaciones 453 puede ser similar al sistema 100 que se muestra en la figura 1A.

La estación base 425, como se muestra en la figura 5B, incluye un procesador 427 que puede ser un microprocesador convencional acoplado por medio de un bus 430 a una memoria principal 429 que puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM). La estación base 425 además incluye otros dispositivos de entrada y de salida, tales como teclados, ratón y pantallas 435 y controladores asociados de E/S acoplados a través de un bus 430 al procesador 427 y a la memoria 429. Un dispositivo de almacenamiento masivo 433, tal como un disco duro o un CD ROM u otros dispositivos de almacenamiento masivo, se acopla a varios componentes del sistema, tal como el procesador 427 a través del bus 430. Un controlador de E/S 431 que sirve para proporcionar el control de E/S entre el receptor GPS y otra fuente de mensajes de datos por satélite también está acoplado al bus 430. Este controlador de E/S 431 recibe mensajes de datos por satélite provenientes del receptor GPS 430 y los entrega a través del bus 430 al procesador que provoca que se aplique a los mismos la consigna de hora y que después se almacenan en el dispositivo de almacenamiento masivo 433 para su uso posterior en la comparación con los registros recibidos desde los receptores móviles GPS. En la figura 5B se muestran dos módems 439 y 437 como interfaces para otros sistemas localizados remotamente de la estación base 425. En el caso de módem o de interfaz de red 439, este dispositivo se acopla a un ordenador cliente, por ejemplo, a través de Internet o alguna otra red de ordenadores. El módem u otra interfaz 437 proporcionan una interfaz para un emplazamiento telefónico celular, tal como el emplazamiento 455 que se muestra en la figura 6 que ilustra un sistema 451.

La estación base 425 se puede implementar con otras arquitecturas de ordenador como apreciarán los que sean expertos en la técnica. Por ejemplo, puede haber múltiples buses o un bus principal y un bus periférico o puede haber múltiples sistemas de ordenador y/o múltiples procesadores. Puede ser ventajoso, por ejemplo, tener un procesador dedicado para recibir los mensajes de datos por satélite provenientes del receptor GPS 403 y procesar ese mensaje con el fin de proporcionar un registro de referencia de una manera dedicada de forma que no haya interrupciones en el proceso de preparar el registro de referencia y de almacenarlo y gestionar la cantidad de datos almacenados de acuerdo con la presente invención.

El sistema 451 que se muestra en la figura 6 funcionará de manera típica, en una realización, de la siguiente manera. Un sistema de ordenador cliente 463 transmitirá un mensaje a través de una red, tal como Internet 461 a la estación base 425. Se apreciará que pueden haber encaminadores o sistemas de ordenadores interviniendo en la red o en Internet 461 que pasen a su través la petición de la posición de un receptor móvil GPS particular. La estación base 425 transmitirá entonces un mensaje a través de un enlace, que de manera típica es un enlace telefónico con hilos 459, al emplazamiento de telefonía celular 455. Este emplazamiento de telefonía celular 455 transmite después una orden usando su antena o sus antenas 457 al sistema combinado de receptor móvil GPS y de comunicaciones 453. Como respuesta a esto, el sistema 453 transmite de vuelta pseudorrangos y registros de los mensajes de datos por satélite de acuerdo con la presente invención. Estos registros y pseudorrangos son recibidos entonces por el emplazamiento telefónico celular 455 y son comunicados de retorno a la estación base a través del enlace 459. La estación base realiza entonces las operaciones como se describe de acuerdo a la presente invención usando los registros para determinar el tiempo de la recepción de los mensajes de datos por satélite y usando pseudorrangos provenientes del sistema GPS remoto 453 y utilizando los datos de efeméride por satélite provenientes del receptor GPS en la estación base o desde otras fuentes de sistema GPS remoto 453 y utilizando los datos de efeméride por satélite provenientes del receptor GPS en la estación base o provenientes de otras fuentes de datos GPS. La estación base determina entonces una información de la posición y comunica esta información de la posición a través de una red, tal como Internet 461, al sistema de ordenador cliente 463 que puede por sí mismo tener software de cartografía en el sistema de ordenador cliente, permitiendo al usuario de este sistema ver sobre un mapa la posición exacta del sistema móvil GPS 453.

Existen varios procedimientos para determinar un tiempo estimado cuando se recibieron las señales GPS en un sistema móvil GPS. El móvil, cuando envía el patrón al servidor, puede iniciar un temporizador y esperar el acuse de recibo proveniente del servidor. Si el acuse de recibo de recepción es de mucha longitud, entonces se puede reenviar el patrón junto con el desplazamiento de tiempo entre transmisiones sucesivas. Esto se puede continuar hasta que se reciba el acuse de recibo dentro de un período de tiempo aceptable (digamos dentro de un segundo). Efectivamente, este procedimiento está determinando el retardo de la transmisión y está retransmitiendo un patrón para la comparación si el retardo de transmisión está por encima de una cantidad predeterminada (por ejemplo, el retardo es más que el período de tiempo aceptable). Este retardo de transmisión establece un intervalo de comparación para una comparación de los dos patrones.

De manera alternativa, el móvil y el servidor pueden de manera inicial establecer una coordinación basta de tiempo, por ejemplo a 1 segundo o a una precisión mejor, por medio de una señal de ida y vuelta. El servidor puede enviar la hora del día al móvil, que registra este tiempo y envía un acuse de recibo al servidor. Si el acuse de recibo se recibe dentro de un período prescrito de tiempo T, entonces es obviamente el caso en el que el tiempo registrado en el móvil está dentro de T segundos del tiempo del servidor. Entonces, cuando el móvil procese la información GPS para crear el patrón de datos que se vaya a enviar, el tiempo de dicho procesado puede ser etiquetado a una precisión con T segundos. Así, cuando se envíe al servidor la información de datos GPS estimada, el servidor solamente necesitará examinar los desplazamientos en el tiempo, dentro de un intervalo que no sea mayor de T, entre el patrón recibido desde el móvil y el patrón de referencia (por ejemplo, recibido por un receptor GPS local u otro alimentador de datos). La coordinación basta del tiempo también se puede hacer por parte del móvil enviando su versión local del tiempo de procesado al servidor y el servidor enviando una respuesta de acuse de recibo. El servidor puede asociar el tiempo del móvil recibido con su propio tiempo para determinar un desplazamiento (a veces denominado una desviación). Si este tiempo de ida y vuelta está dentro de T segundos, entonces las transmisiones posteriores de patrones al servidor desde el móvil, el tiempo etiquetado con la hora local del móvil, permitirán de nuevo al servidor restringir su margen de búsqueda a menos de T segundos. De esta manera, el servidor puede restringir el intervalo de comparación.

Se debería apreciar que la misma aproximación a la coordinación basta de tiempo entre el móvil y el servidor se puede hacer si se realiza la operación de comparación del patrón en el móvil en lugar de en el servidor. Una vez que el servidor y que el móvil establezcan el tiempo basta uno con respecto al otro, a una cantidad no mayor de T segundos, no se necesitarán realizar las posteriores operaciones de comparación de patrón realizadas en el móvil sobre intervalos mayores de T segundos.

Son posibles otras variaciones en el procedimiento actual. En lugar de enviar datos de una parte a otra y medir el tiempo de recepción de los datos, es posible en algunas circunstancias enviar pulsos eléctricos u otras señales de temporización entre el móvil y el servidor o alguna otra entidad con la que se puede comunicar el servidor. Los pulsos o las señales pueden proporcionar entonces el medio para coordinar de manera aproximada el tiempo entre el móvil y el servidor. El móvil y el servidor pueden ser capaces de conseguir un acuse de recibo de tiempo basta por medio de la recepción de una señal o de señales independientes de sus comunicaciones con el servidor. Por ejemplo, cada uno de ellos puede recibir una señal de radiodifusión general de la hora del día proveniente de otra señal de comunicaciones, tal como WWV. El móvil y el servidor pueden ver ambos una señal radio común y acordar sobre una particular época asociada con esa señal con el fin de establecer un tiempo común basta.

La figura 12A muestra un diagrama de bloques global del procedimiento de coordinación de tiempo basta seguido por la comparación de patrón, en donde la operación final de comparación de patrón se hace en el servidor. Un diagrama de bloques similar corresponde a la comparación de patrón hecha en el móvil y que se muestra en la figura 12B.

En la figura 12A, el servidor y el móvil realizan la coordinación de tiempo en la operación 700 mediante el envío de mensajes o de señales de ida y vuelta y por medio de la medida del retardo de ida y vuelta (al que se hace referencia como T segundos). Esta realización se usa para determinar si T es demasiado grande (por ejemplo, más de 30 segundos) en la operación 701. Si el retardo es demasiado largo, la operación 700 se puede repetir (o se pueden usar procedimientos alternativos, tratados con anterioridad, para la coordinación de tiempo entre el móvil y el servidor). Si el retardo T no es demasiado grande, la operación 702 se realiza; esta operación 702 es similar a la operación 203 de la figura 2 de la Patente Madre. En la operación 703, el servidor (por ejemplo, la estación base 425 de la figura 6 de la Patente Madre) realiza una operación de correlación para determinar un tiempo de precisión por medio de la comparación del patrón/registro transmitido por el móvil). Este tiempo basta se usa para crear una ventana de búsqueda (ventana = $CT - \delta$ hasta $CT + \delta$) para seleccionar el registro del servidor en esa ventana que se compara con el patrón recibido desde la unidad móvil.

En la figura 12B, se realizan una serie de operaciones (800 - 803), que son similares a las operaciones 700 - 703, excepto que el móvil realiza la operación de comparación de patrón (en lugar de que el servidor realice esta operación).

La presente invención se ha descrito con referencia a varias figuras que se han proporcionado a objeto de ilustración y que no pretenden limitar de ninguna manera la presente invención. Además, se han descrito varios ejemplos de los procedimientos y de los aparatos de la presente invención, y se apreciará que estos ejemplos se pueden modificar de acuerdo con la presente invención, pero estando todavía dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para medir el tiempo relacionado con los mensajes de datos por satélite para su uso con un sistema de posicionamiento por satélite (SPS), el mencionado procedimiento comprendiendo:

recibir (324) en una primera entidad un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite de un sistema de posicionamiento por satélite, habiendo sido recibido el primer registro inicialmente en una segunda entidad remota y después enviado a la primera entidad desde la segunda entidad remota;

comparar (325) el mencionado primer registro con un segundo registro que comprenda un registro de referencia del mencionado mensaje de datos por satélite en el que el mencionado primer registro y el mencionado segundo registro se solapan al menos de manera parcial en el tiempo, la mencionada comparación siendo realizada después de determinar un tiempo estimado cuando el mencionado primer registro fue recibido por la mencionada segunda entidad remota,

en el que el mencionado tiempo estimado se usa para especificar un intervalo de tiempo relativo al segundo registro para comparar el mencionado registro con el primer registro;

determinar (327) un tiempo desde la mencionada comparación, el mencionado tiempo indicando cuándo se recibió el mencionado primer registro en la segunda entidad remota,

en el que el mencionado segundo registro está asociado con la información de la hora del día de forma que el mencionado tiempo se puede determinar a partir del mencionado segundo registro.

2. Un procedimiento según la reivindicación 1 en el que la mencionada entidad remota es un receptor móvil SPS y en el que el mencionado procedimiento comprende además:

determinar un intervalo de comparación desde el mencionado tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, comprendiendo de manera adicional:

determinar un intervalo de comparación desde un tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro; y

en el que la mencionada comparación se realiza al menos en una parte del mencionado intervalo de comparación;

determinar (327) un tiempo desde la mencionada comparación, indicando el mencionado tiempo cuándo se recibió el mencionado primer registro en la entidad remota.

4. Un procedimiento según la reivindicación 3, en el que el mencionado procedimiento se realiza de manera exclusiva en la mencionada entidad (425) que es una estación base (425).

5. Un procedimiento según la reivindicación 4, en el que la mencionada entidad remota es un receptor (453) de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS).

6. Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que el mencionado receptor móvil SPS (453) es un receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

7. Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que el mencionado segundo registro proporciona información de la hora del día de forma que dicho tiempo pueda ser determinado a partir del mencionado segundo registro.

8. Un procedimiento según la reivindicación 7, en el que el mencionado segundo registro está almacenado en la mencionada estación base (425).

9. Un procedimiento según la reivindicación 7, en el que la mencionada comparación comprende la realización de una correlación cruzada o una comparación muestra por muestra entre el mencionado primer registro y el mencionado segundo registro.

10. Un procedimiento según la reivindicación 9 comprendiendo de manera adicional la recepción en la mencionada entidad de una pluralidad de pseudorrangos provenientes de la mencionada entidad remota.

11. Un procedimiento según la reivindicación 10 comprendiendo de manera adicional:

el uso del mencionado tiempo y la mencionada pluralidad de pseudorrangos para determinar una información de la posición de la mencionada entidad remota.

12. Un procedimiento según la reivindicación 7, en el que el mencionado segundo registro comprende datos de 50 baudios.

13. Un procedimiento según la reivindicación 5, comprendiendo de manera adicional la determinación de manera
5 precisa de una frecuencia portadora del mencionado primer registro.

14. Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que la mencionada determinación del mencionado intervalo
de comparación comprende la transmisión de al menos un mensaje entre la mencionada entidad y la mencionada
entidad remota.

10 15. Un procedimiento según la reivindicación 14, en el que la mencionada transmisión comprende la transmisión
de un primer mensaje desde la mencionada entidad a la mencionada entidad remota y la transmisión de un segundo
mensaje desde la mencionada entidad remota a dicha entidad.

15 16. Un procedimiento según la reivindicación 15 en el que el mencionado primer registro comprende al menos un
registro de al menos la mencionada parte del mensaje de datos por satélite correspondiente a un primer pseudorrango
de una pluralidad de pseudorrangos.

17. Un procedimiento según la reivindicación 16 comprendiendo de manera adicional:

20 recibir en dicha primera entidad un tercer registro de al menos una parte de un segundo mensaje de datos
por satélite;

25 comparar el mencionado tercer registro con un cuarto registro del mencionado segundo mensaje de datos
por satélite, en el que el mencionado tercer registro y el mencionado cuarto registro se solapan al menos de
manera parcial en el tiempo;

30 determinar un segundo tiempo a partir del mencionado paso de comparación, el mencionado segundo tiem-
po indicando cuándo se recibió el mencionado tercer registro en la mencionada entidad remota, en el que
el mencionado segundo mensaje de datos por satélite se corresponde con un segundo pseudorrango de la
mencionada pluralidad de pseudorrangos.

35 18. Un procedimiento según la reivindicación 5, en el que la mencionada entidad remota comprende un teléfono
celular (453) y el mencionado primer registro se recibe desde el mencionado teléfono celular (453) a través de un
emplazamiento de telefonía celular (455).

19. Un aparato para medir el tiempo relacionado con los mensajes de datos por satélite para su uso con un sistema
de posicionamiento por satélite, comprendiendo el mencionado aparato:

40 un receptor para recibir un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite enviado
desde una entidad remota;

45 un procesador de datos (10) acoplado al mencionado receptor, el mencionado procesador de datos (10) rea-
lizando una comparación en un intervalo de comparación del mencionado primer registro con un segundo
registro que comprende un registro de referencia del mencionado mensaje de datos por satélite en el que
el mencionado primer registro y el mencionado segundo registro se solapan al menos parcialmente en el
tiempo y determinar un tiempo desde la mencionada comparación, el mencionado tiempo indicando cuán-
do se recibió el mencionado primer registro en la entidad remota en el que el mencionado segundo registro
proporciona información de la hora del día de forma que se puede determinar el mencionado tiempo a partir
50 del mencionado segundo registro; y

en el que se usa un tiempo estimado de cuando se recibió el mencionado primer registro en la mencionada entidad
remota para especificar un intervalo en el tiempo relativo al segundo registro para comparar el mencionado segundo
registro con el mencionado primer registro.

55 20. Un aparato según la reivindicación 19, en el que la mencionada entidad remota es un receptor (453) de un
sistema de posicionamiento por satélite (SPS) móvil.

60 21. Un aparato según la reivindicación 19, comprendiendo de manera adicional un dispositivo de almacenamiento
(19) acoplado al mencionado procesador de datos (19), el mencionado dispositivo de almacenamiento (19) almace-
nando el mencionado segundo registro.

65 22. Un aparato según la reivindicación 21, comprendiendo un receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Glo-
bal) acoplado al mencionado procesador de datos (10), el mencionado receptor GPS proporcionando el mencionado
segundo registro.

23. Un aparato según la reivindicación 22, en el que el mencionado receptor es uno de entre un receptor radio sin
hilos o un receptor de comunicaciones con hilos.

ES 2 307 503 T3

24. Un aparato según la reivindicación 23, en el que el mencionado receptor recibe una pluralidad de pseudorrangos desde la mencionada entidad remota.

5 25. Un aparato según la reivindicación 24, en el que el mencionado procesador de datos (10) usa el mencionado tiempo y la mencionada pluralidad de pseudorrangos para determinar una información de la posición de la mencionada entidad remota.

26. Un aparato según la reivindicación 20 en el que el mencionado primer registro comprende datos de 50 baudios.

10 27. Un aparato según la reivindicación 21, comprendiendo de manera adicional un transmisor (11, 12, 13) acoplado al mencionado procesador de datos (10), el mencionado transmisor (11, 12, 13) para comunicar con otra entidad.

15 28. Un aparato según la reivindicación 19 en el que el mencionado intervalo de comparación se determina por medio de la transmisión de al menos un mensaje entre la mencionada entidad y la mencionada entidad remota.

29. Un aparato según la reivindicación 25 en el que el mencionado primer registro comprende al menos un registro de al menos la mencionada parte del mencionado mensaje de datos por satélite correspondiente a un primer pseudorango de la mencionada pluralidad de pseudorrangos.

20 30. Un aparato según la reivindicación 29 en el que el mencionado receptor recibe un tercer registro de al menos una parte de un segundo mensaje de datos por satélite y en el que el mencionado procesador de datos (10) compara el mencionado tercer registro con un cuarto registro del mencionado segundo mensaje de datos por satélite, en el que el mencionado tercer registro y el mencionado cuarto registro se solapan al menos de manera parcial en el tiempo, y en el que el mencionado procesador de datos (10) determina un segundo tiempo a partir del mencionado paso de comparación, el mencionado segundo tiempo indicando cuándo se recibió el mencionado tercer registro en la mencionada entidad remota, y en el que el mencionado segundo mensaje de datos por satélite corresponde con un segundo pseudorango de la mencionada pluralidad de pseudorrangos.

30 31. Un aparato según la reivindicación 28 en el que la mencionada transmisión comprende la transmisión de un primer mensaje a desde la mencionada entidad a la mencionada entidad remota y la transmisión de un segundo mensaje desde la mencionada entidad remota a la mencionada entidad.

32. El procedimiento de la reivindicación 1 comprendiendo de manera adicional:

35 recibir (221) en un receptor SPS móvil (453) al menos una parte de un mensaje de datos por satélite;

determinar (223) un primer registro del la mencionada al menos una, parte del mencionado mensaje de datos por satélite;

40 determinar un parámetro que especifique un intervalo de comparación desde un tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro en el mencionado receptor SPS móvil (453);

45 transmitir (225) el mencionado primer registro a una estación base remota (425) para el propósito de determinar un tiempo que indique cuándo se recibió el mencionado primer registro en el mencionado receptor SPS móvil (453).

33. Un procedimiento según la reivindicación 32, comprendiendo de manera adicional la recepción de señales SPS y la determinación de al menos un pseudorango.

50 34. Un procedimiento según la reivindicación 33 comprendiendo de manera adicional la transmisión del mencionado al menos uno, pseudorango.

55 35. Un procedimiento según la reivindicación 32, en el que la mencionada recepción, determinación del mencionado primer registro y la transmisión son realizadas en un receptor (453) de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS).

36. Un procedimiento según la reivindicación 35 comprendiendo de manera adicional:

60 recibir señales GPS y determinar una pluralidad de pseudorrangos;

transmitir la mencionada pluralidad de pseudorrangos.

65 37. Un procedimiento según la reivindicación 36 en el que el mencionado primer registro comprende datos de 50 baudios.

38. Un procedimiento según la reivindicación 33, comprendiendo de manera adicional la eliminación de una frecuencia portadora de las mencionadas señales GPS.

ES 2 307 503 T3

39. Un procedimiento según la reivindicación 38 comprendiendo de manera adicional la detección diferencial del mencionado primer registro.

5 40. Un procedimiento según la reivindicación 32, en el que la mencionada determinación del mencionado parámetro que especifica el mencionado intervalo de comparación comprende uno de entre transmitir un primer mensaje desde el mencionado receptor (453) SPS móvil a la mencionada estación base remota o recibir un segundo mensaje desde la mencionada estación base remota (425).

10 41. El aparato de la reivindicación 19, en el que el aparato es un receptor (453) de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) que comprende:

una antena (1) para la recepción de señales SPS;

15 un demodulador (8) acoplado a la mencionada antena (1), el mencionado demodulador eliminando un código PN de las mencionadas señales SPS;

20 un procesador (10) acoplado al mencionado demodulador (8), el mencionado procesador (10) determinando un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite recibido desde el mencionado demodulador (8) y determinar un parámetro que especifique un intervalo de comparación a partir de un tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro en el mencionado receptor SPS (453);

un transmisor (11, 12, 13) acoplado al mencionado procesador (10), el mencionado transmisor (11, 12, 13) transmitiendo el mencionado primer registro a una estación base remota (425).

25 42. Un receptor según la reivindicación 41 comprendiendo de manera adicional:

una antena de comunicaciones (2) acoplada al mencionado transmisor, la mencionada antena de comunicaciones (2) para la transmisión del mencionado primer registro a la mencionada estación base remota (425).

30 43. Un receptor según la reivindicación 41 comprendiendo de manera adicional:

un correlador acoplado a la mencionada antena, el mencionado correlador adquiriendo las mencionadas señales SPS y determinando al menos un pseudorrango.

35 44. Un receptor según la reivindicación 41 en el que la mencionada determinación del mencionado parámetro comprende una de entre transmitir un primer mensaje desde el mencionado receptor SPS (453) a la mencionada estación base remota (425) o recibir un segundo mensaje desde la mencionada estación base remota (425).

40 45. El aparato de la reivindicación 19, en el que el aparato es un receptor (453) de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) que comprende:

una antena SPS (1) para recibir señales SPS;

45 un procesador (10) acoplado a la mencionada antena SPS (1), el mencionado procesador (10) procesando las mencionadas señales SPS y determinando al menos un pseudorrango a partir de las mencionadas señales SPS, el mencionado procesador (10) eliminando un código PN de las mencionadas señales SPS para proporcionar un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite en las mencionadas señales SPS y determinar al menos un parámetro que especifique un intervalo de comparación a partir de un tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro en el mencionado receptor SPS (453); un transmisor (11, 12, 13) acoplado al mencionado procesador digital (10), el mencionado transmisor transmitiendo el mencionado primer registro a una estación base remota (425).

50 46. Un receptor SPS según la reivindicación 45 en el que la mencionada determinación del mencionado parámetro comprende una de entre transmitir un primer mensaje desde el mencionado receptor SPS a la mencionada estación base remota (425) o recibir un segundo mensaje desde la mencionada estación base remota (425).

55 47. El procedimiento de la reivindicación 1 usado en un receptor (453) de un sistema de posicionamiento por satélite (SPS) móvil, comprendiendo de manera adicional:

60 recibir en el mencionado receptor SPS móvil (453) un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite;

65 recibir en el mencionado receptor SPS móvil (453) un segundo registro del mencionado mensaje de datos por satélite, en el que el mencionado primer registro y el mencionado segundo registro se solapan al menos de manera parcial en el tiempo;

determinar un intervalo de comparación;

comparar el mencionado primer registro con el mencionado segundo registro al menos en el mencionado intervalo de comparación determinado a partir de un tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro en el mencionado receptor SPS móvil (453);

5 determinar un tiempo a partir de la mencionada comparación, el mencionado tiempo indicando cuándo se recibió el mencionado primer registro en el mencionado receptor SPS móvil (453).

48. Un procedimiento según la reivindicación 47 en el que el mencionado segundo registro proporciona información de la hora del día de forma que se puede determinar el mencionado tiempo a partir del mencionado segundo
10 registro.

49. Un procedimiento según la reivindicación 48 en el que el mencionado segundo registro se recibe desde una estación base (425).

15 50. Un procedimiento según la reivindicación 49 que comprende de manera adicional la recepción de información de efeméride por satélite en el mencionado receptor SPS móvil (453).

51. Un procedimiento según la reivindicación 50 en el que la mencionada información de efeméride por satélite es recibida desde la mencionada estación base (425).
20

52. Un procedimiento según la reivindicación 48 comprendiendo de manera adicional la recepción de señales SPS y la determinación de una pluralidad de pseudorrangos y en el que la mencionada determinación del mencionado intervalo de comparación comprende una de entre la transmisión de un primer mensaje desde el mencionado receptor SPS a una estación base remota (425) o la recepción de un segundo mensaje desde la mencionada estación base remota
25 (425).

53. Un procedimiento según la reivindicación 52 en el que el mencionado primer registro se obtiene por medio de la eliminación de un código PN del mencionado mensaje de datos por satélite.

30 54. El aparato de la reivindicación 19, en el que el aparato es un receptor (453) de un sistema de posicionamiento por satélite móvil (SPS), comprendiendo:

una antena (1) para recibir las señales SPS;

35 un demodulador (8) acoplado a la mencionada antena (1), el mencionado demodulador (8) eliminando un código PN del mencionado SPS;

un procesador (10) acoplado al mencionado demodulador (8), el mencionado procesador (10) determinando un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite recibido desde el mencionado demodulador y determinar un intervalo de comparación;
40

una antena de comunicaciones (2);

45 un receptor de comunicaciones acoplado a la mencionada antena de comunicaciones (2) y al mencionado procesador (10), el mencionado receptor de comunicaciones recibiendo un segundo registro del mencionado mensaje de datos por satélite, en el que el mencionado primer registro y el mencionado segundo registro se solapan al menos de manera parcial en el tiempo, el mencionado procesador (10) comparando el mencionado primer registro y el mencionado segundo registro al menos en el mencionado intervalo de comparación determinado a partir de un tiempo estimado cuando se recibió el primer registro en el mencionado receptor SPS móvil (453) y determinar un tiempo que indique cuándo se recibió el mencionado primer registro en el que el mencionado segundo registro proporciona información de la hora del día de
50 forma que el mencionado tiempo se puede determinar a partir del mencionado segundo registro.

55 55. Un receptor SPS móvil según la reivindicación 54 en el que el mencionado segundo registro se recibe desde una estación base (425).

56. Un receptor SPS móvil según la reivindicación 55 en el que el mencionado receptor de comunicaciones recibe información de efeméride por satélite.

60 57. Un receptor SPS móvil según la reivindicación 56 en el que la mencionada información de efeméride por satélite se proporciona desde la mencionada estación base (425).

58. Un receptor SPS móvil según la reivindicación 54 en el que el mencionado receptor móvil SPS (453) determina los pseudorrangos.

65 59. El aparato de la reivindicación 19, en el que el aparato es además para ayudar en la medida del tiempo relacionado con los mensajes de datos por satélite para su uso con un sistema de posicionamiento por satélite (SPS), el mencionado aparato comprendiendo:

ES 2 307 503 T3

un transmisor (11, 12, 13) que es para transmitir un segundo registro de un mensaje de datos por satélite para su uso en la comparación con un primer registro de al menos una parte de un mensaje de datos por satélite, el mencionado transmisor, transmitiendo un mensaje que se usa para determinar un intervalo de comparación para comparar el mencionado primer registro con el mencionado segundo registro, el mencionado intervalo de comparación estando basado en un tiempo estimado cuando se recibió el mencionado primer registro en el receptor SPS móvil remoto.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

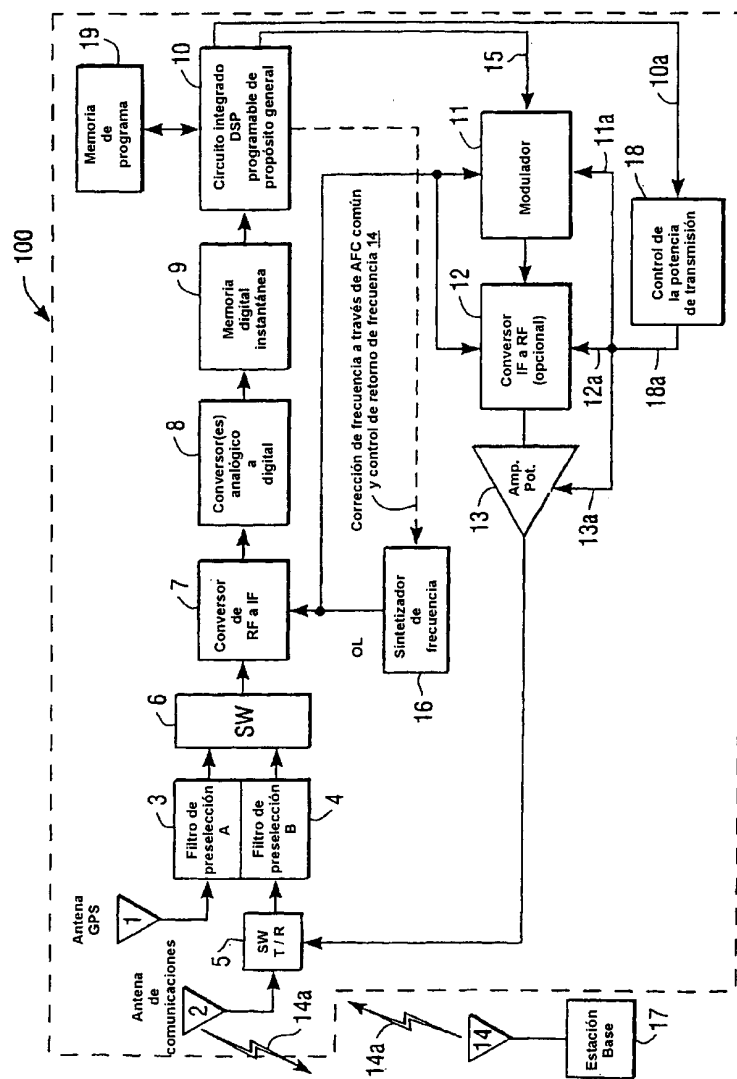


FIG. 1A

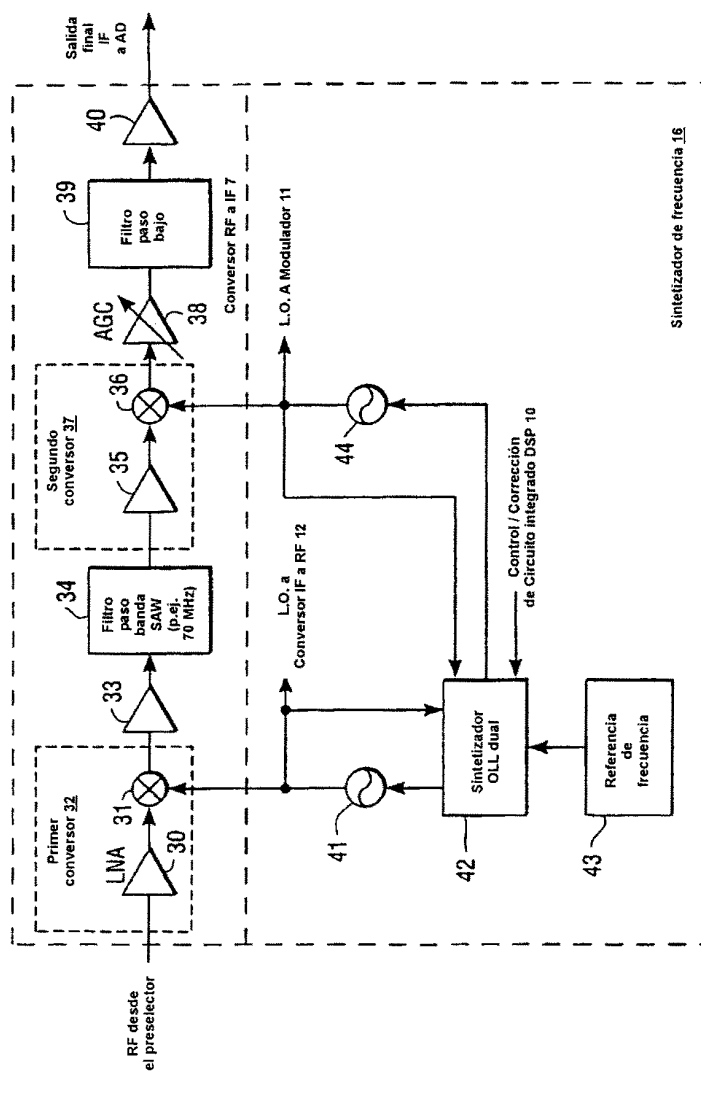


FIG. 1B

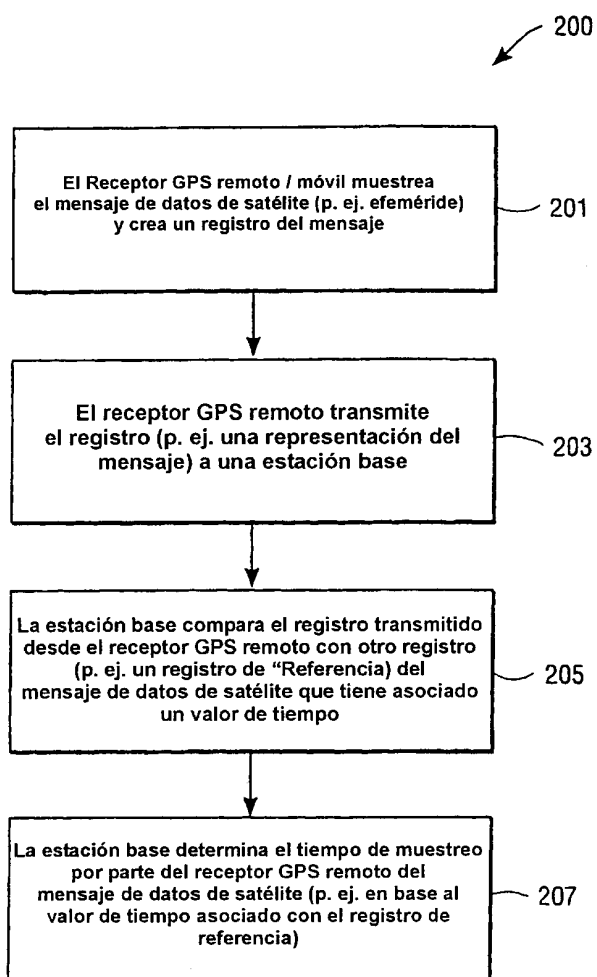


FIG. 2

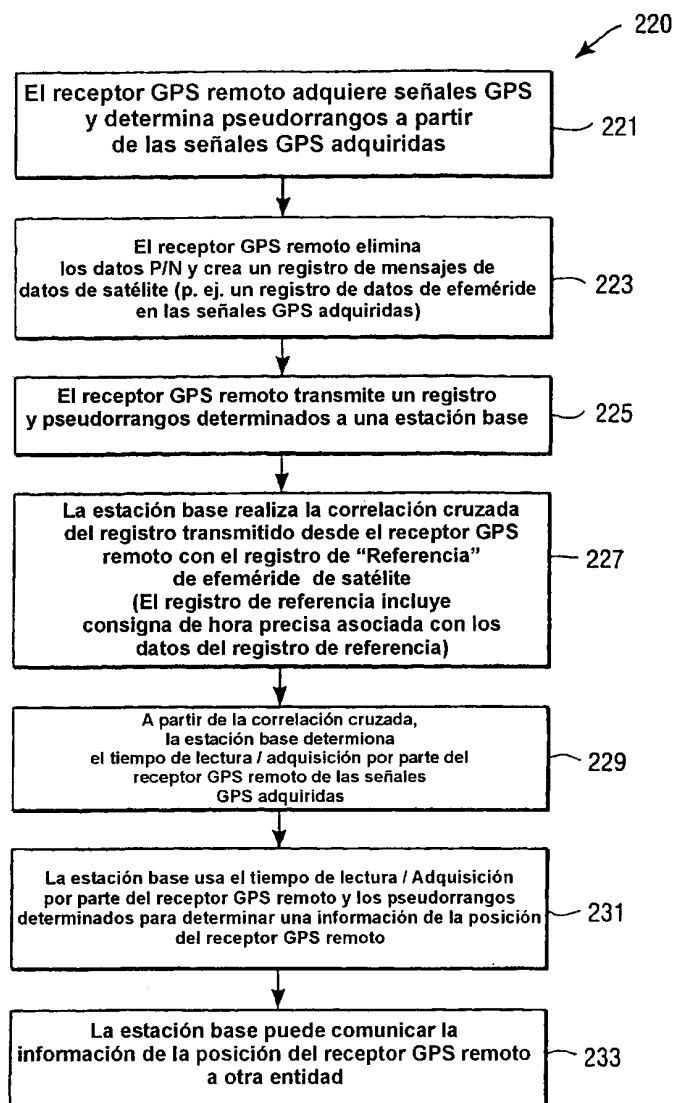


FIG. 3

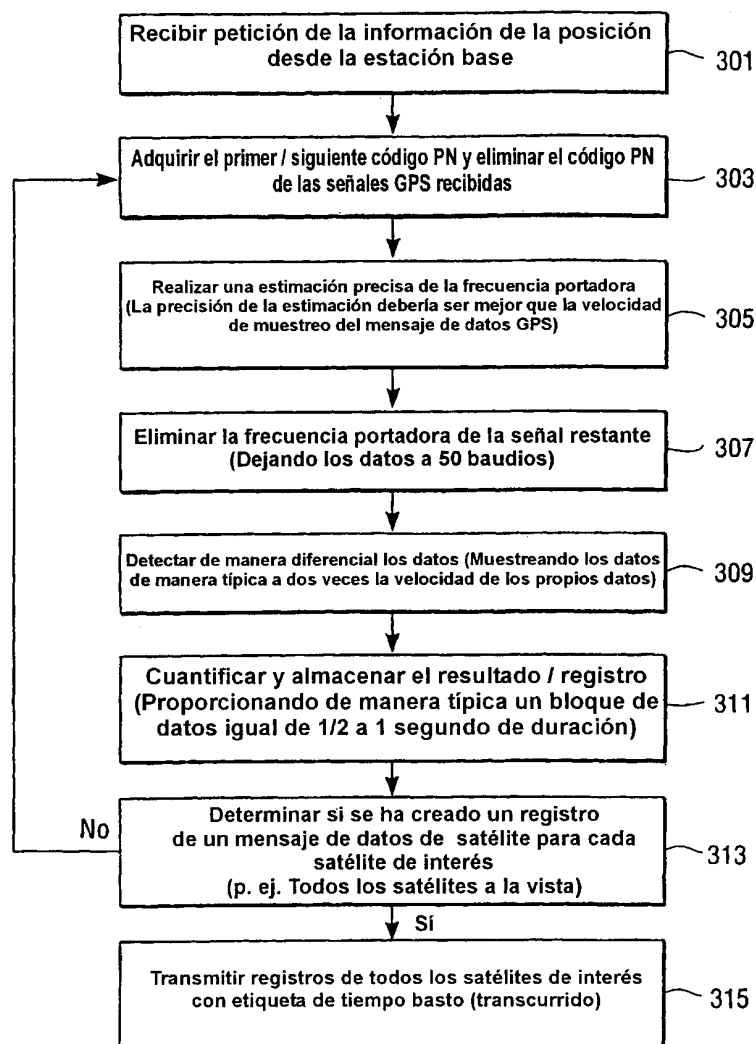


FIG. 4A

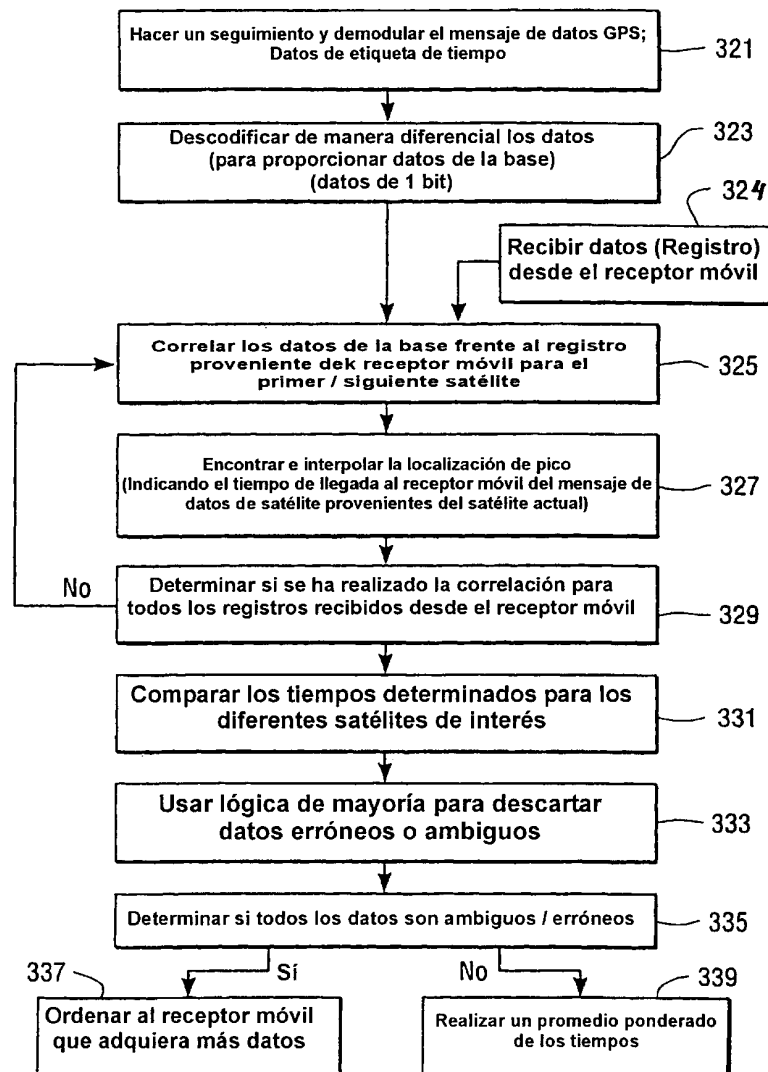


FIG. 4B

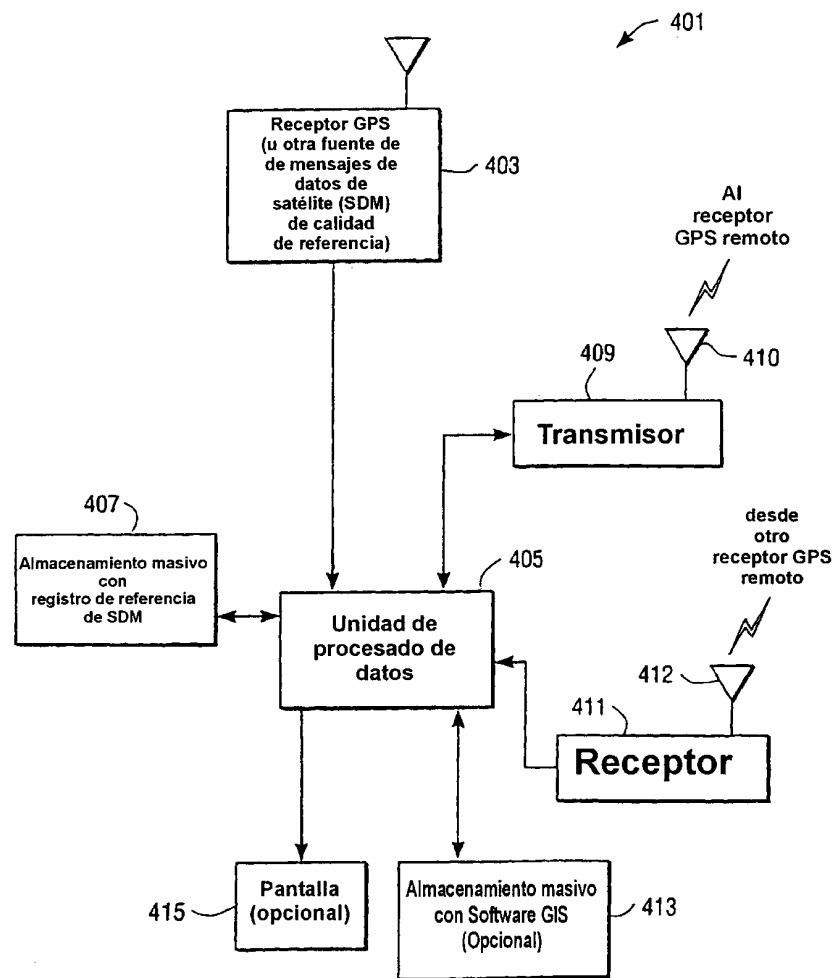


FIG. 5A

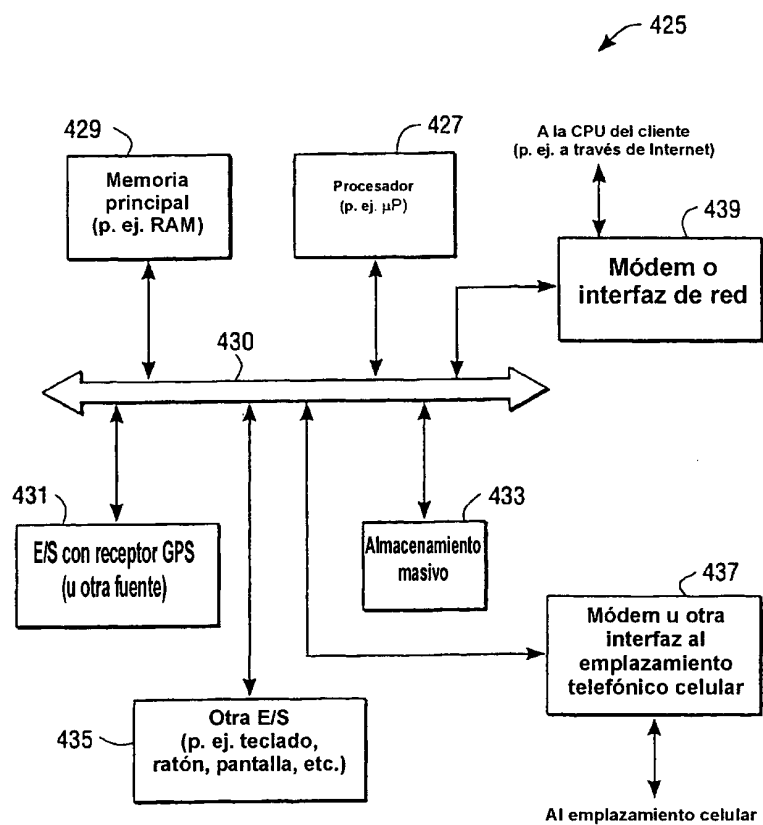


FIG. 5B

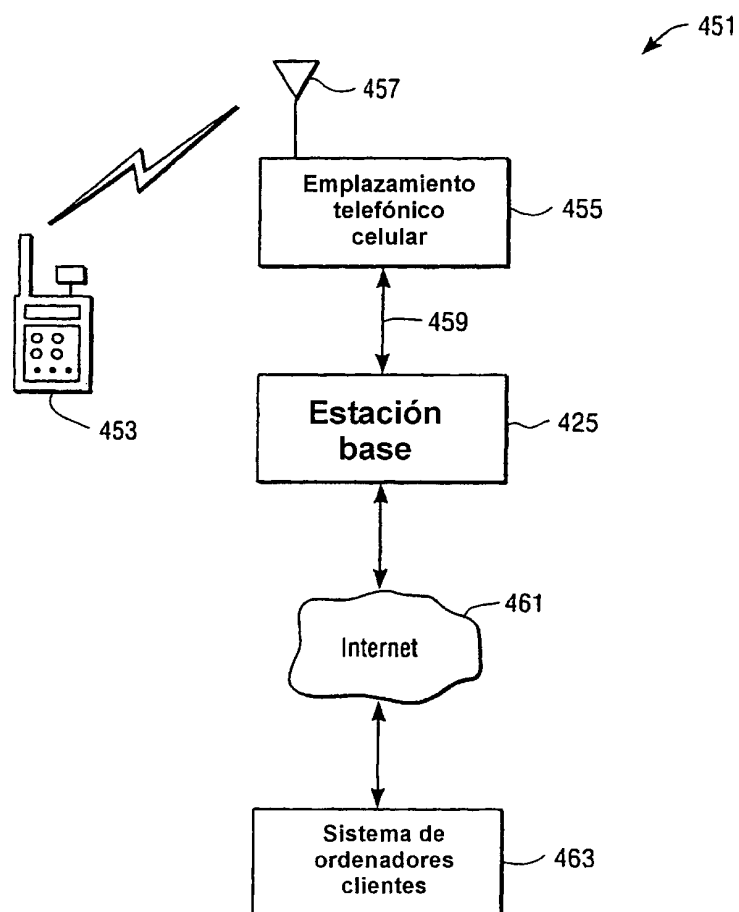


FIG. 6

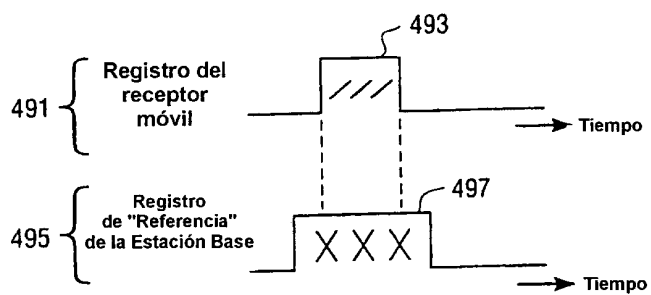
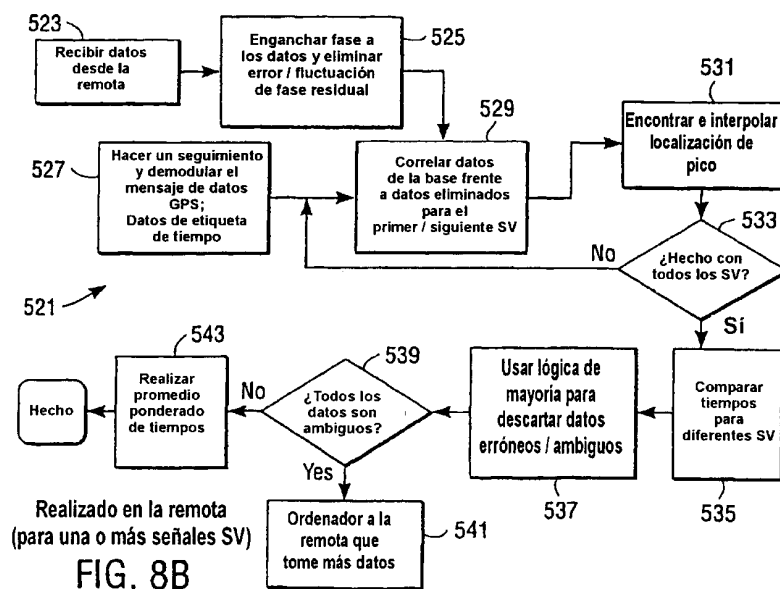
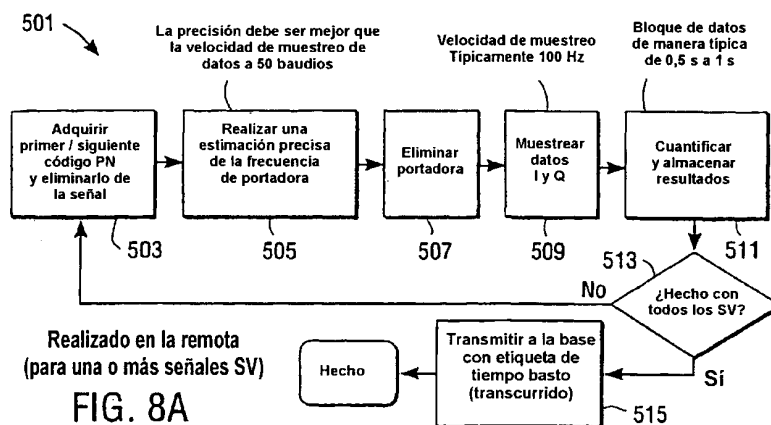


FIG. 7



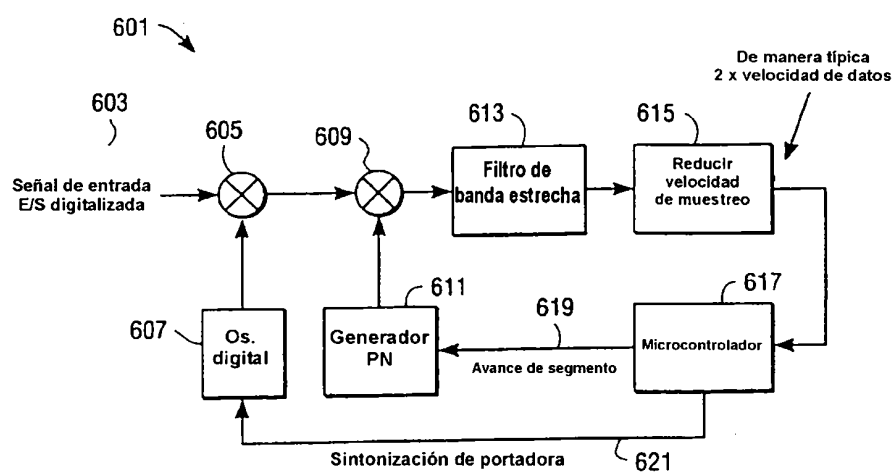
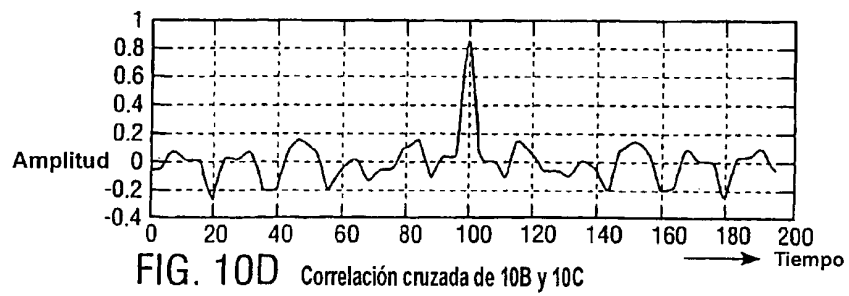
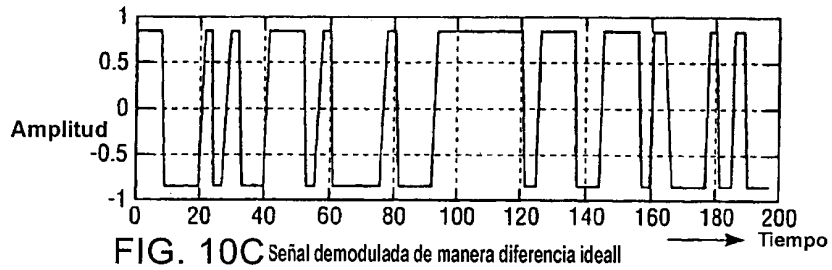
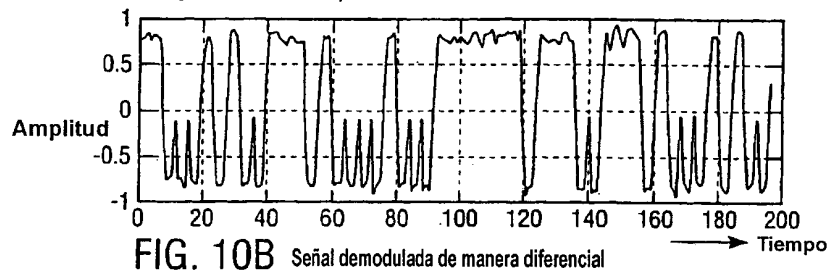
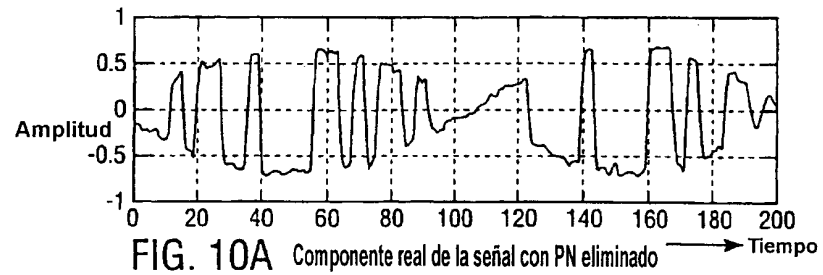


FIG. 9



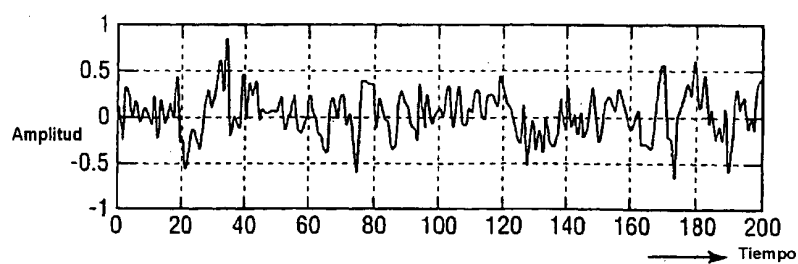


FIG. 11A Componente real de la señal con PN eliminado

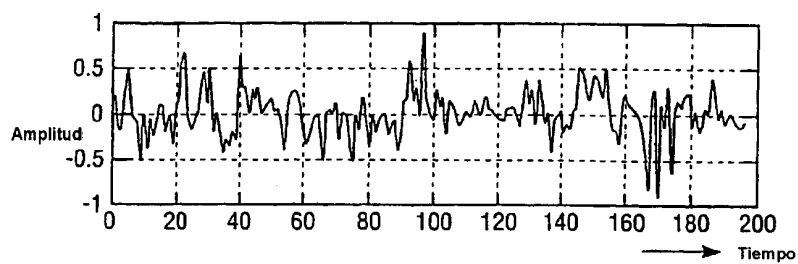


FIG. 11B Señal demodulada de manera diferencial

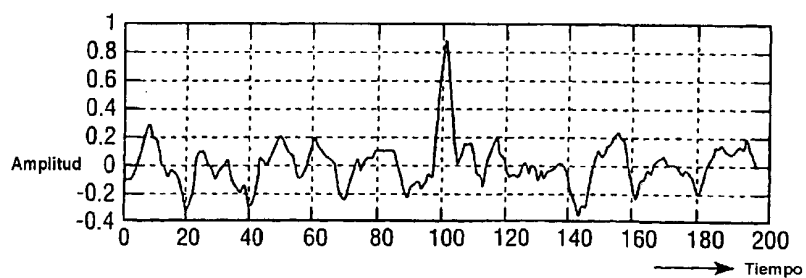


FIG. 11C Correlación cruzada de 11B con 11C

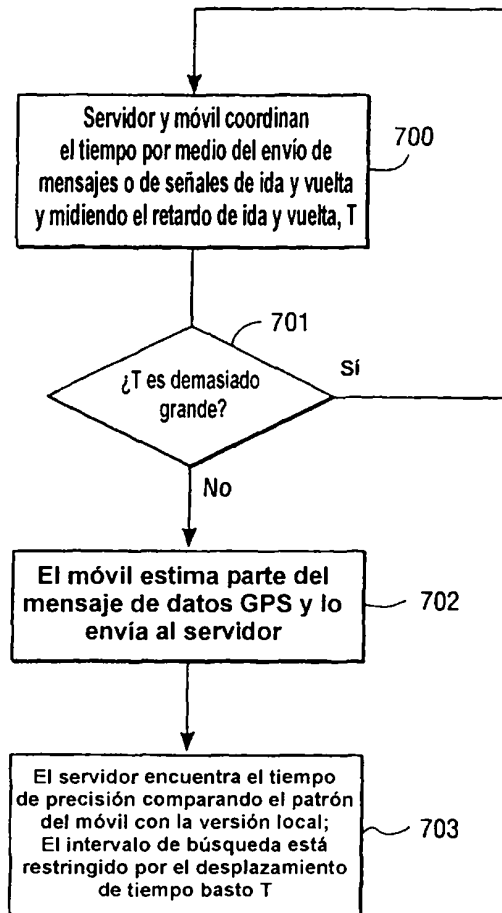


FIG. 12A

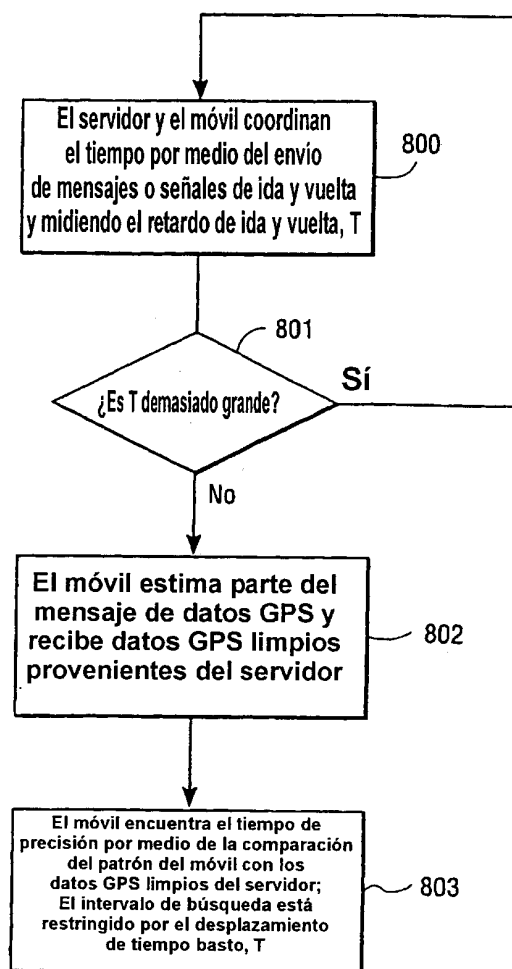


FIG. 12B