



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 302**

51 Int. Cl.:
G01S 19/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08016526 .9**

96 Fecha de presentación : **12.04.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **2017640**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.2009**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la determinación del tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite.**

30 Prioridad: **16.04.1998 US 62232**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.05.2011

73 Titular/es: **SNAPTRACK INCORPORATED**
C/O Qualcomm Incorporated
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

72 Inventor/es: **Sheynblat, Leonid y**
Krasner, Norman F.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 358 302 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para la determinación del tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite

Referencias cruzadas con solicitudes relacionadas

5 La solicitud es una continuación en parte de la Solicitud de Patente Estadounidense 08 / 794.649, titulada "Method and Apparatus for Satellite Positioning System Based Time Measurement" ["Procedimiento y aparato para la medición del tiempo en base a un sistema de localización por satélite"], registrada el 3 de febrero de 1997, y adjudicada al cesionario de la presente invención.

Antecedentes de la invención

Campo de la invención:

10 La presente invención se refiere a sistemas por posicionamiento de satélites (SPS) y, en particular, a determinar el tiempo asociado a la transmisión y / o recepción de la señal de los SPS.

Información de antecedentes:

15 Los receptores de SPS, tales como los receptores del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), normalmente determinan su posición calculando los tiempos relativos de llegada de señales transmitidas simultáneamente desde una multiplicidad de satélites, tales como los satélites de GPS (o NAVSTAR). En sistemas típicos de posicionamiento por satélites, tales como los GPS, la multiplicidad de satélites se sincroniza según un reloj de sistema sumamente preciso, que puede proporcionar exactitud de reloj atómico. Generalmente, cada satélite transmite datos de navegación (por ejemplo, la localización del satélite) que también incluyen un sello temporal para indicar cuándo fueron transmitidos los datos, según el tiempo indicada por el reloj de sistema (mencionada en lo que sigue como el tiempo del sistema) que, en el caso de los GPS, se denominará el tiempo del sistema (GPS).

20 Sin embargo, los receptores de SPS, típicamente, no tienen un reloj tan preciso. Así, un receptor de SPS, habitualmente, determina la información de temporización leyendo y cronometrando información contenida en el mensaje del satélite. Muchos receptores determinan la posición y el tiempo usando mediciones de cuatro (o más) satélites. La distancia a cada uno de cuatro satélites ($i = 1, 2, 3, 4$) puede expresarse como:

$$25 \quad PR_i = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2} + cb \quad (1)$$

en la que x , y y z son las coordenadas / posición del receptor (desconocidas);

x_i , y_i y z_i son las coordenadas / posición del i -ésimo satélite (conocidas); y

cb representa la desviación del reloj, que es un resultado del error de tiempo entre el reloj del receptor y el tiempo de referencia (desconocido).

30 Así, existen, habitualmente, un total de cuatro incógnitas en la ecuación (1) anterior.

A menudo, PR_i se denomina una pseudodistancia, dado que representa la distancia efectiva al i -ésimo satélite, más o menos un desplazamiento que puede resultar debido al error en el reloj del receptor, como se indica con el término cb en la ecuación (1). La ecuación anterior, usando mediciones de cuatro satélites, puede ser linealizada y expresada en forma matricial de la siguiente manera:

$$35 \quad \begin{bmatrix} \Delta PR_1 \\ \Delta PR_2 \\ \Delta PR_3 \\ \Delta PR_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ux_1 & uy_1 & uz_1 & 1 \\ ux_2 & uy_2 & uz_2 & 1 \\ ux_3 & uy_3 & uz_3 & 1 \\ ux_4 & uy_4 & uz_4 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta cb \end{bmatrix} \quad \text{o } Z = H \cdot x$$

en la que

ΔPR_i es el residuo de la seudodistancia para el i -ésimo satélite ($i = 1, 2, 3, 4$) y representa una diferencia entre la seudodistancia medida y una distancia estimada inicial para el i -ésimo satélite (conocida);

5 $ux_i, uy_i, y uz_i$ son los cosenos de la dirección del vector de la línea de visión (LDV) desde el receptor al i -ésimo satélite, según se proyecta a lo largo de los ejes de coordenadas x, y y z (conocidos);

$\Delta x, \Delta y, \Delta z$ y Δcb son las correcciones de las estimaciones iniciales de las coordenadas / posición y el reloj del receptor, que pueden estar desajustadas con respecto a un reloj de referencia (desconocidas).

10 En lo que sigue, el vector residual de la seudodistancia se denomina también \mathbf{Z} , la matriz \mathbf{H} de $n \times 4$ elementos se denomina también una matriz de observación, y \mathbf{x} representa el vector de corrección de tiempo y posición del receptor de SPS, que contiene las incógnitas de interés. Así, si existe una inversa de la matriz de observación \mathbf{H} , puede determinarse una única solución para la incógnita \mathbf{x} en el conjunto de ecuaciones lineales representadas por la ecuación matricial anterior (2), tal que:

$$\mathbf{x} = \mathbf{H}^{-1} \cdot \mathbf{Z}$$

15 $\mathbf{0}$

$$\hat{\mathbf{x}} = (\mathbf{H}^T \cdot \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T \cdot \mathbf{Z} \quad (3)$$

en la que, \mathbf{H}^{-1} es la inversa de la matriz de observación;

$(\mathbf{H}^T \cdot \mathbf{H})^{-1}$ es la pseudoinversa de la matriz de observación; y

$\hat{\mathbf{x}}$ es la estimación por cuadrados mínimos del vector de parámetros desconocidos, \mathbf{x} .

20 Para determinar las seudodistancias (PR_i), un receptor convencional de SPS, habitualmente, usa una estimación inicial de su posición y del sesgo de reloj, que se conoce con precisión de un milisegundo. Sin embargo, dado que las señales de los satélites viajan a, o aproximadamente a, la velocidad de luz, incluso un milisegundo de ambigüedad en el tiempo puede dar como resultado un error de hasta 300 kilómetros en la medición de la seudodistancia. Resolviendo la ecuación matricial (2) anterior, el receptor convencional del GPS puede calcular una
25 corrección de su estimación inicial del sesgo del reloj, en donde la estimación inicial del sesgo del reloj se obtiene leyendo el mensaje de navegación que proporciona la información de "alineación temporal".

Lamentablemente, en muchas situaciones, determinar el tiempo del sistema leyendo el mensaje de navegación de uno o más satélites puede ser difícil, debido a la degradación de la calidad de la señal. Por ejemplo, allí donde hay obstrucción de las señales del satélite, el nivel recibido de la señal o la relación señal / ruido (SNR) recibida de los
30 satélites del GPS puede ser demasiado bajo para demodular y leer las señales de datos del satélite sin error. Tales situaciones pueden presentarse en el rastreo personal y otras solicitudes sumamente móviles. Bajo tales condiciones de señal, todavía es posible para un receptor adquirir y rastrear las señales de los GPS. Sin embargo, la localización y la medición de tiempo no ambiguas sin datos de temporización pueden llevarse a cabo de mejor manera utilizando procedimientos alternativos.

35 La invención presente proporciona un procedimiento y un aparato para determinar el tiempo en un SPS, tal como el tiempo de la transmisión de un satélite y / o el tiempo de medición por un receptor SPS, con respecto a una tiempo de referencia (por ejemplo, el tiempo del sistema u otra tiempo de referencia relativamente exacta) sin que sea necesario determinar el tiempo de referencia procesando información de temporización proporcionada dentro del mensaje de datos de navegación del satélite.

40 El documento US 4 578.678 describe un receptor del GPS con un cierto número de canales, uno para cada uno entre una pluralidad de satélites. Un conjunto de señales moduladas por división del tiempo del código de seudodistancia es recibido desde algunos de, o todos, los satélites, y convertido a banda base, y luego a una forma digital, para su procesamiento por separado en los distintos canales, cada uno de los cuales incluye un mezclador complejo para el ajuste de la señal de banda base en una estimación llana de la frecuencia para el próximo intervalo
45 de medición. Un correlacionador cruzado de rezago-N recibe una réplica del código de seudodistancia, ajustado para una estimación allanada del (retardo) de seudodistancia. Un procesador de la transformada rápida de Fourier calcula la energía de señal como una función de la frecuencia Doppler para cada rezago de correlación, y un estimador de distancia y frecuencia calcula estimaciones de seudodistancia y frecuencia. Estas estimaciones bastan desde todos los canales se usan para estimar la posición, velocidad, desplazamiento de reloj y desplazamiento de velocidad de

reloj del receptor en una unidad convencional de navegación y control y, en base a la solución total, esa unidad calcula estimaciones allanadas para el próximo intervalo de medición.

Resumen de la invención

5 Según un primer aspecto, la presente invención proporciona un procedimiento para determinar un tiempo de referencia, según lo definido en la reivindicación adjunta 1. Además, según otro aspecto, la presente invención proporciona un aparato para determinar un tiempo de referencia, según lo definido en la reivindicación adjunta 8.

Descripción de los dibujos

La Figura 1A muestra un ejemplo de un receptor móvil GPS combinado con un sistema de comunicación, que puede ser utilizado de acuerdo a una realización de la presente invención

10 **La Figura 1B** ilustra en más detalle el convertidor 7 de RF (Radiofrecuencia) a IF (Frecuencia Intermedia) y el sintetizador 16 de frecuencia de la Figura 1A.

15 **La Figura 2** es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para utilizar la velocidad relativa del satélite para la determinación del tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite, según una realización de la invención, como el que puede ser utilizado con un receptor móvil de SPS que se combina con un receptor y transmisor de comunicación móvil, como el mostrado en la Figura 1A;

La Figura 3A es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para utilizar una estadística de errores a fin de determinar el tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite, según una realización de la invención;

20 **La Figura 3B** es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para utilizar una estadística de errores de varianza unitaria en el procedimiento 300 de la figura 3A, a fin de determinar el tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite, según una realización de la invención;

Las Figuras 4A y 4B describen un ejemplo de ajustes de varianza unitaria para un conjunto de estimaciones de distancia, según una realización de la invención;

25 **La Figura 5** muestra un procedimiento generalizado para determinar el tiempo asociada a un sistema de posicionamiento por satélite, basado en comparar un primer y un segundo registro de un mensaje de datos del satélite, y que puede ser utilizado con un receptor de SPS móvil que se combina con un receptor y transmisor de comunicación móvil, como el mostrado en la Figura 1A, según una realización de la invención;

La Figura 6 ilustra en más detalle un procedimiento 620 para medir el tiempo vinculado con los mensajes de datos del satélite, para su empleo con un sistema de posicionamiento por satélites;

La Figura 7A ilustra una estación base según una realización de la invención;

30 **La Figura 7B** ilustra una estación base según una realización de la invención;

La Figura 8 ilustra un sistema según una realización de la invención, que incluye un receptor de SPS, una sede de teléfono celular, una estación base, Internet y un sistema de ordenador cliente.

Descripción detallada

35 Se describen a continuación diversos procedimientos y mecanismos para medir el tiempo relacionado con los mensajes de datos de satélites, para su empleo con sistemas de posicionamiento por satélite. Parte de la exposición de la invención se centra en el sistema de posicionamiento global por satélites (GPS) de los Estados Unidos. Sin embargo, debería ser evidente que estos procedimientos son igualmente aplicables a sistemas similares de posicionamiento por satélite, tales como el sistema ruso Glonass. Además, se apreciará que las enseñanzas de la invención presente son igualmente aplicables a sistemas de posicionamiento que utilizan pseudolitos o una combinación de satélites y pseudolitos. Además, las diversas arquitecturas para las estaciones base y receptores móviles de SPS se proporcionan con fines ilustrativos, y no deben ser interpretadas como limitaciones de la presente invención.

40

RESUMEN DE UNA REALIZACIÓN: UTILIZACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL SATÉLITE PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO

45 **La Figura 2** es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento a fin de utilizar la velocidad relativa del satélite para la determinación del tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite, según una realización de la invención, como el que puede ser utilizado con un receptor móvil de SPS que se combina con un receptor y transmisor de comunicación móvil, como el mostrado en la figura 1A. En el procedimiento 200 mostrado en la **Figura 2**, una

entidad, tal como un receptor móvil 100 de SPS mostrado en la Figura 1A, estima su posición para un conjunto de uno o más satélites en la etapa 202. En una realización, el receptor del SPS puede determinar un conjunto de pseudodistancias para el conjunto de satélites basándose en las señales transmitidas desde los satélites. Como tal, cualquier estimación de distancia o de posición por parte del receptor SPS habitualmente estará desplazada con respecto a una posición o distancia efectiva, debido a un desplazamiento entre el tiempo de medición, según lo proporcionado por el reloj del receptor de SPS, y una tiempo de referencia.

En la etapa 204, una estación base, tal como la estación base mostrada en la **Figura 7A**, recibe información de estimación desde el receptor del SPS. Por ejemplo, la información de estimación puede incluir una representación de mediciones de pseudodistancias, asociada con una estimación del tiempo de medición por parte del receptor del SPS. Por ejemplo, la pseudodistancia puede ser determinada usando el tiempo indicada por el reloj del receptor del SPS. Como se ha mencionado anteriormente, sin el conocimiento de la posición del satélite en un instante exacto del tiempo, con respecto a una tiempo de referencia exacta, el receptor del SPS sólo puede limitarse a una estimación / aproximación de su posición, que puede estar desplazada con respecto a la distancia efectiva, debido a cualquier desplazamiento / error en el tiempo.

En la etapa 206, la estación base determina el desplazamiento temporal asociado con la estimación de la distancia o la posición del receptor del SPS, según lo representado por la información de estimación proporcionada a la estación base por el receptor del SPS, sobre la base de una estimación de la velocidad relativa del conjunto de satélites. En una realización, la velocidad relativa de cada uno entre el conjunto de satélites representa una velocidad relativa aproximada entre el satélite y el receptor móvil del SPS. Un procedimiento, según una realización de la invención, para utilizar la velocidad relativa del satélite a fin de determinar el desplazamiento temporal entre una tiempo de medición por un receptor del SPS y una tiempo de referencia (por ejemplo el tiempo del sistema GPS) se describe más adelante con referencia a la ecuación matricial (4).

Finalmente, en la etapa 208, la estación base proporciona información de navegación mejorada, tal como el tiempo, la posición, la velocidad, etc., al receptor del SPS. La información de navegación mejorada está basada en una determinación del desplazamiento (o una aproximación del mismo) para determinar a qué tiempo, con respecto a el tiempo de referencia, fue estimada o medida la posición, la distancia, u otra información por el receptor móvil del SPS. En una realización alternativa, la estación base puede no proporcionar la información de navegación mejorada al receptor del SPS. Por ejemplo, tal información puede ser almacenada, proporcionada a otra entidad mediante un enlace de comunicación de datos que puede ser por cable o inalámbrico, etc.

La Tabla 1 muestra cómo y por cuál(es) dispositivo(s) pueden determinarse algunas de las cantidades aquí mencionadas, según una realización de la invención.

TABLA 1

	Receptor del SPS	Estación base	Cómo se determina
PR	X	X	Medido por el procedimiento de correlación cruzada, por ejemplo, según se describe más adelante con referencia a las Figuras 5-6
ΔPR		X	Estimado por el empleo de la relación $\Delta PR = PR - \hat{R}$, donde \hat{R} es una estimación de la verdadera distancia R
HDM (Tiempo de Medición)		X	Estimada, tal que HDM (GPS o referencia) = HDM (receptor) + desajuste del reloj
Tiempo del GPS		X	Conocido a partir del mensaje, o mensajes, de datos de navegación del satélite
Gama de velocidades del Vehículo Satelital (VS)		X	Estimada leyendo el mensaje, o mensajes, de datos de navegación del satélite

En una realización de la invención, de una ecuación matricial de pseudodistancia (4), como se muestra más abajo,

5 puede despejarse el error / desplazamiento en el tiempo, entre el tiempo estimada asociada a una tiempo de medición en el receptor móvil del SPS y el tiempo de referencia. Tal solución, en una realización, se basa en la velocidad relativa entre el conjunto de satélites usados para estimar la posición del receptor móvil del SPS y el mismo receptor móvil del SPS. Para cinco mediciones, la ecuación matricial modificada (4) puede expresarse de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} \Delta PR1 \\ \Delta PR2 \\ \Delta PR3 \\ \Delta PR4 \\ \Delta PR5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ux1 & uy1 & uz1 & 1 & sv_range_rate1 \\ ux2 & uy2 & uz2 & 1 & sv_range_rate2 \\ ux3 & uy3 & uz3 & 1 & sv_range_rate3 \\ ux4 & uy4 & uz4 & 1 & sv_range_rate4 \\ ux5 & uy5 & uz5 & 1 & sv_range_rate5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta t \\ \Delta cb \end{bmatrix} \quad (4)$$

en la que

ΔPRi es el residuo de la seudodistancia para el i-ésimo satélite ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) y representa una diferencia entre la seudodistancia medida y una distancia estimada inicial para el i-ésimo satélite (conocido);

10 $uxi, uyi,$ y uzi son los cosenos de dirección del vector de línea de visión (LDV) desde el receptor al i-ésimo satélite ($i = 1, 2, 3, 4, 5$), según se proyectan a lo largo de los ejes de coordenadas x, y y z (conocidos);

$gama_velocidades_VSi$ es la velocidad relativa entre el i-ésimo satélite ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) y una entidad (por ejemplo un receptor móvil del SPS) (conocidas);

15 $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ y Δcb son las correcciones para las estimaciones iniciales de coordenadas / posición y el reloj del receptor (desconocidas);

Δt es el desajuste en la medición del tiempo, que, en una realización, representa la diferencia (o desplazamiento) entre el tiempo estimada en la cual se toman las mediciones de seudodistancia y una tiempo de referencia (por ejemplo el tiempo del sistema GPS, una tiempo basada en el tiempo del sistema GPS, etc.) (desconocida).

20 La ecuación matricial (4) anterior puede ser resuelta para obtener una única solución a fin de “ajustar” las mediciones de seudodistancia tomadas a una tiempo específica. A partir de la solución de la ecuación matricial (4), Δt proporciona la corrección gruesa y Δcb proporciona la corrección fina de la estimación inicial del tiempo en la cual se determinan las seudodistancias. Así, un desajuste, que puede estar en el orden de un submilisegundo o más, entre una tiempo de referencia (por ejemplo el tiempo del sistema GPS) y el tiempo estimada en la cual una entidad estima su localización y / o la de un conjunto de satélites, puede determinarse sobre la base de la velocidad relativa del conjunto de satélites.

Aunque no necesariamente es siempre el caso, la ecuación matricial (4) habitualmente incluye cinco valores desconocidos: $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta cb$ y Δt . Así, a menos que cualquiera de estos valores desconocidos se conozca en el momento de la medición, deberían tomarse en cuenta, habitualmente, cinco (o más) mediciones de seudodistancia independientes para despejar una única solución para las incógnitas.

30 En general, la exactitud de la ecuación matricial (4) depende, al menos en parte, de la exactitud de la velocidad relativa de cada uno de los satélites ($gama_velocidades_VSi$). Además, los errores en las estimaciones de posición inicial y de tiempo, que se utilizan para calcular los vectores de la línea de visión (LDV) desde cada satélite a una entidad, tal como un receptor móvil del SPS, pueden causar errores en las estimaciones de velocidad de cada satélite. Así, en una realización, la información de localización de sede celular se utiliza para determinar una estimación inicial de la localización del receptor del SPS. Además, en una realización, la ecuación matricial (4) se resuelve iterativamente recalculando las velocidades de uno o más del conjunto de satélites con estimaciones de posición mejoradas para la entidad. Como tal, cada iteración puede proporcionar cinco mejoras: tres en el dominio espacial o posición / distancia ($\Delta x, \Delta y, \Delta z$), y dos mejoras en el dominio temporal (Δcb y Δt).

40 En una realización de la invención, donde la velocidad del receptor móvil del SPS es conocida, las mediciones Doppler pueden ser utilizadas para determinar el tiempo. En esta realización, el error de la velocidad a posteriori se minimiza usando información Doppler para determinar el tiempo. El error de velocidad representa, en esta realización, la diferencia entre una velocidad calculada para el receptor móvil del SPS (que puede calcularse usando varios procedimientos, incluyendo la ecuación matricial (4) anterior o el procedimiento estadístico de error descrito

más adelante) y la velocidad conocida del receptor móvil del SPS. Minimizando tal error, puede determinarse el tiempo que interesa. Por ejemplo, si el receptor móvil del SPS es estático (es decir, la velocidad es cero), puede calcularse un conjunto de soluciones usando varias aproximaciones para el tiempo de medición, con respecto a una tiempo de referencia. Las soluciones correspondientes a una velocidad cero se aproximarían de manera óptima a el tiempo de referencia, que luego podría utilizarse para determinar la posición del receptor móvil del SPS y / u otra información de navegación. En realizaciones alternativas de la invención, también pueden emplearse la asistencia de altitud, el reconocimiento restringido (es decir, restringir la velocidad a una dirección conocida), u otras técnicas, para mejorar o simplificar el uso de la velocidad relativa del receptor del SPS y el conjunto de uno o más satélites a fin de determinar el tiempo y / u otra información de navegación.

5

10 **RESUMEN DE OTRA REALIZACIÓN: UTILIZACIÓN DE UNA ESTADÍSTICA DE ERRORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO**

En una realización de la invención, se utiliza una estadística de errores para determinar una tiempo de referencia asociada a un sistema de posicionamiento por satélite. Una situación en la cual este aspecto de la invención - a saber, la determinación del tiempo basada en una estadística de errores - es útil es cuando el número de mediciones (por ejemplo, las mediciones de pseudodistancias) excede el número de incógnitas (por ejemplo, Δx , Δy , Δz , Δcb , etc.). Además, la estadística de errores puede utilizarse conjuntamente con otras técnicas para mejorar la determinación del tiempo y / u otra información de navegación.

15

La **Figura 3A** es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para utilizar una estadística de errores a fin de determinar el tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite, según una realización de la invención. En la etapa 302 del procedimiento 300 mostrado en la Figura 3A, una entidad, tal como un receptor móvil del SPS, estima su distancia o posición con respecto a un conjunto de satélites en un conjunto de instancias temporales, en donde cada una del conjunto de instancias temporales está asociada a su correspondiente entre el conjunto de satélites y está desajustada con respecto a una tiempo de referencia. Tal desajuste, como se ha mencionado anteriormente, puede ser consecuencia del desajuste entre el reloj del receptor del SPS y el tiempo indicada por un reloj de referencia, de la deriva y / o de otras inexactitudes en el reloj del receptor del SPS, etc. El tiempo de referencia puede corresponderse con una tiempo asociada al sistema de posicionamiento por satélite, como el tiempo del sistema GPS.

20

25

En la etapa 304, cada uno entre el conjunto de instancias temporales es alterado por la posterior adición o sustracción de un desplazamiento a cada instancia temporal en el conjunto de instancias temporales. Por ejemplo, en una realización, cada tiempo estimada de medición asociada a cada estimación de distancia o posición puede ser alterada por un desplazamiento de entre -5 y +5 segundos. En realizaciones alternativas, pueden sumarse o restarse otras gamas de valores de desplazamiento para obtener muestras diversas para la estadística de errores.

30

En la etapa 306, se determina una estadística de errores para el conjunto alterado de instancias temporales (es decir, las que tienen un desplazamiento sumado o restado a las mismas). Finalmente, en la etapa 308, se determina el tiempo de referencia (o una aproximación de la misma) basándose en el comportamiento de la estadística de errores. En una realización, como se describe adicionalmente más adelante con referencia a la Figura 3B, la estadística de errores incluye determinar una distribución de la varianza unitaria de los valores residuales de pseudodistancia. En esta realización, una desviación lineal de la varianza unitaria habitualmente corresponde a una desviación lineal en los dominios espacial (x, y, z) y temporal (Δt). Optimizando la estadística de errores usada - que, en el caso de la varianza unitaria, correspondería a un valor mínimo de la varianza unitaria - podría determinarse una tiempo que se aproxime a el tiempo de referencia buscada. El uso de la varianza unitaria con respecto a los errores / desplazamientos de estimaciones de distancia o posición, según una realización, se describe adicionalmente a continuación con referencia a la Figura 3B.

35

40

La Figura 3B es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para utilizar una estadística de errores de varianza unitaria en el procedimiento 300 de la Figura 3A, a fin de determinar una tiempo de referencia en un sistema de posicionamiento por satélite, según una realización de la invención. En particular, la Figura 3B describe una realización de la etapa 306 de la Figura 3A. En la etapa 310, se determina una varianza unitaria para el conjunto alterado de instancias temporales. En una realización, la varianza unitaria está definida por:

45

$$\sigma^2 = \frac{\hat{v}^T W \hat{v}}{n - m} \quad , \quad \hat{v} = H \cdot \hat{x} - Z \quad (\text{de la ecuación (3) anterior}) \quad (5)$$

en la que \hat{v}^T es el vector traspuesto de los residuales de pseudodistancia a posteriori;

W es un factor de ponderación, que representa una matriz de observación de ponderación.

En una realización, no se emplea ningún factor de ponderación, lo cual es generalmente equivalente a fijar una matriz de ponderación como la matriz identidad; y

n es el número de mediciones; y

5 m es un número de incógnitas.

Así, la varianza unitaria representa, en la mayoría de los casos, la suma ponderada (o no ponderada) de los cuadrados de los valores residuales de pseudodistancias. El denominador de la ecuación (5) de varianza unitaria representa el número de grados de libertad.

10 En la etapa 312, se determina un ajuste polinómico para la varianza unitaria. Puede mostrarse que, para los residuales de pseudodistancias normalmente distribuidos, el valor esperado de la varianza unitaria es la unidad y que la distribución es la distribución Chi-cuadrado con $(n-m)$ grados de libertad. Sin embargo, en algunos casos, los valores individuales de la varianza unitaria también pueden ser iguales a cero, lo cual corresponde a un ajuste perfecto de una corrección de la posición o el tiempo para el receptor del SPS. Así, las mediciones (por ejemplo, pseudodistancias, residuales de pseudodistancias, etc.) para el ajuste de posición estadísticamente óptimo deberían generalmente minimizar la varianza unitaria, idealmente, en un valor cercano al cero. En otras palabras, cuando la varianza unitaria para un conjunto de estimaciones de distancia o posición se minimiza, puede obtenerse un “ajuste óptimo” (o solución) en el espacio y / o en el tiempo.

20 Las **Figuras 4A y 4B** describen un ejemplo de ajustes de varianza unitaria para un conjunto de estimaciones de distancias según una realización de la invención. Cuando se obtiene una distribución de la estadística de errores de varianza unitaria (como una función del desplazamiento temporal), tal como la mostrada en la **Figura 4A**, pueden calcularse dos ajustes lineales: uno para desplazamientos positivos y uno para los negativos. El punto de inclinación, donde las dos líneas se intersecan, proporciona una aproximación a el tiempo de referencia. Debería apreciarse que pueden utilizarse varios tipos bien conocidos de ajustes polinómicos para los datos de varianza unitaria, y también para determinar el mínimo local de la distribución de varianza unitaria y, a su vez, el tiempo de referencia que interesa.

30 La **Figura 4B** es una descripción ampliada del ejemplo de distribución de varianza unitaria mostrado en la **Figura 4A**. Como tal, la escala de desplazamiento temporal de la **Figura 4B** es más pequeña que la de la **Figura 4A**. Debería observarse, del ejemplo de la **Figura 4B**, que la intersección o el punto mínimo de inclinación para el ajuste de varianza unitaria puede no necesariamente corresponder exactamente a un desplazamiento temporal cero. En todo caso, la varianza unitaria puede proporcionar una estimación lo suficientemente precisa de la posición de un receptor del SPS y / o un tiempo de referencia que interese, como el tiempo del sistema GPS.

35 Debería apreciarse que pueden utilizarse otras estadísticas de errores para obtener un “ajuste” que brinde una aproximación a un tiempo de referencia. Además, el procedimiento descrito con referencia a las **Figuras 3A y 3B** puede ser realizado por una combinación de un receptor móvil del SPS y una estación base, o exclusivamente por cualquiera de las entidades. Por ejemplo, en una realización, la estación base recibe un conjunto de estimaciones de distancia (por ejemplo, valores de pseudodistancia) del receptor móvil del SPS, y determina el tiempo, la posición u otra información de navegación del receptor basada en una estadística de errores, tal como la varianza unitaria. Opcionalmente, la estación base puede proporcionar la información de navegación, o información basada al menos en parte sobre la misma, al receptor móvil del SPS u otra entidad. En este caso, el receptor del SPS puede, basándose en esa información y / u otra información, determinar su tiempo, su posición y / u otra información de navegación.

UNA REALIZACIÓN ALTERNATIVA

45 Como se indica anteriormente, la velocidad relativa y una estadística de errores (por ejemplo, la varianza unitaria asociada a residuales de pseudodistancia) pueden ser usadas separada o conjuntamente, según diversas realizaciones de la invención, para determinar el tiempo asociada a un sistema de posicionamiento por satélite. Además, puede efectuarse una selección de qué procedimiento usar de acuerdo a una condición predeterminada, tal como los datos disponibles, la calidad de las señales, el número / espaciado de los satélites, la distancia entre uno o más satélites y el receptor, etc. En una realización, pueden llevarse a cabo ambos procedimientos, y el resultado óptimo para la resolución del tiempo, la posición, u otra información de navegación puede ser seleccionado basándose en una minimización de la inexactitud.

En otra realización adicional de la invención, uno, o una combinación, de los procedimientos y aparatos descritos anteriormente para determinar el tiempo en un sistema de posicionamiento por satélite, se combina con otro procedimiento y aparato para la determinación del tiempo, según se describe en detalle en la patente

estadounidense No. 08/794.649, presentada el 3 de febrero de 1997, y que se titula "Method and Apparatus for Satellite Positioning System Based Time Measurement ["Procedimiento y Aparato para la Medición del Tiempo Basada en Sistemas de Posicionamiento por Satélite"] y que se incorpora por la presente a este documento por referencia. Como se describe en detalle en la patente de referencia, el tiempo puede determinarse comparando un registro de un mensaje de datos de satélite recibido por una entidad, tal como un receptor móvil del SPS, con otro registro que se supone libre de errores. De tal comparación, puede determinarse el tiempo según se describe de manera general a continuación, con referencia a las **Figuras 5 y 6**, y como se describe en más detalle en la solicitud en tramitación de patente estadounidense N° 08 / 794.649, anteriormente citada.

La **Figura 5** muestra un procedimiento generalizado para determinar el tiempo asociada a un sistema de posicionamiento por satélite, basado en comparar un primer y un segundo registro de un mensaje de datos del satélite, y que puede utilizarse con un receptor móvil del SPS que se combina con un receptor y transmisor de comunicación móvil, tal como el mostrado en la **Figura 1A**, según una realización de la invención. El procedimiento descrito a continuación, con referencia a las **Figuras 5 y 6**, puede ser combinado con una, o una combinación, de las técnicas descritas anteriormente de determinación de tiempo basadas en la velocidad relativa y / o la determinación de la estadística de errores. El receptor móvil 100 del GPS mostrado en la **Figura 1A** muestrea el mensaje de datos del satélite, como el registro diario, y crea un registro del mensaje en la etapa 501. Luego, en este procedimiento 500, el receptor remoto o móvil del GPS transmite este registro a una estación base, tal como la estación base mostrada en las **Figuras 7A o 7B** en la etapa 503. Este registro es, habitualmente, alguna representación del mensaje de datos del satélite recibido por el receptor móvil del SPS. En la etapa 505, la estación base compara el registro transmitido desde el receptor móvil del SPS con otro registro que pueda considerarse un registro de referencia del mensaje de navegación del satélite. Este registro de referencia tiene asociados valores temporales, en donde diversos segmentos del mensaje de datos del satélite han especificado tiempos de "referencia" asociadas consigo. En la etapa 507, la estación base determina el tiempo de muestreo por parte del receptor móvil del GPS del mensaje de datos del satélite. Esta determinación se basa en un valor temporal que está asociado al registro de referencia, y generalmente indicará el tiempo en que el registro fue recibido por el receptor móvil del GPS.

La Figura 6 ilustra en más detalle un procedimiento 620 para la medición del tiempo vinculado con los mensajes de datos del satélite, para su empleo con un sistema de posicionamiento por satélite. El receptor móvil o remoto del GPS adquiere, en la etapa 621, señales del GPS y determina las pseudodistancias a partir de esas señales del GPS adquiridas. En la etapa 623, el receptor móvil del GPS quita los datos de PN y crea un registro del mensaje de datos del satélite a partir de las señales del GPS adquiridas, utilizadas para crear o determinar las pseudodistancias. Este registro es, habitualmente, alguna representación del mensaje de navegación del satélite en las señales del GPS adquiridas y, habitualmente, representa una estimación de los datos. En la etapa 625, el receptor móvil del GPS transmite el registro y las pseudodistancias determinadas a una estación base, tal como la estación base mostrada en la **Figura 7A o 7B**.

En la etapa 627, la estación base efectúa una correlación cruzada del registro transmitido desde el receptor móvil del GPS con un registro de referencia del mensaje de navegación del conjunto de satélites. Este registro de referencia, habitualmente, incluye un sello temporal exacto asociado a los datos en el registro de referencia (por ejemplo, cada bit de datos en el registro de referencia tiene asociado un valor temporal o "sello"), y es este sello temporal el que se usará para determinar el tiempo de recepción, por parte del receptor móvil del GPS, de las señales del GPS adquiridas originalmente. Generalmente, el registro transmitido desde el receptor móvil del GPS y el registro de referencia se superponen parcialmente en relación al tiempo.

En la etapa 629, la estación base determina, a partir de la operación de correlación cruzada, el tiempo de adquisición, por parte del receptor remoto del GPS, de las señales del GPS recibidas. La estación base utiliza entonces, en la etapa 631, el tiempo de adquisición, por parte del receptor remoto del GPS, de las señales GPS, y usa las pseudodistancias determinadas para determinar una información de la posición, que puede ser la latitud y longitud del receptor remoto / móvil del GPS. La estación base, en la etapa 633, puede comunicar esta información de posición del receptor remoto del GPS a otra entidad, tal como un sistema de ordenador acoplado a través de una red, como Internet, o una Intranet, a la estación base.

RESUMEN DEL HARDWARE

La **Figura 1A** muestra un ejemplo de una combinación de receptor móvil del GPS y de sistema de comunicación, que puede ser usado con la presente invención. Esta combinación 100 de receptor móvil del GPS y de sistema de comunicación ha sido descrita en detalle en la solicitud copendiente de patente estadounidense con número de serie 08 / 652.833, que fue presentada el 23 de mayo de 1996, y titulada "Combined GPS Positioning System and Communication System Utilizing Shared Circuitry" ["Sistema Combinado de Posicionamiento de GPS y de Comunicación Utilizando Circuitos Compartidos"], que se incorpora a la presente por referencia. La **Figura 1B** ilustra en más detalle el convertidor 7 de RF a IF y el sintetizador 16 de frecuencia de la **Figura 1A**. Estos componentes mostrados en la **Figura 1B** están también descritos en la solicitud en tramitación de patente estadounidense con

número de serie 08 / 652.833.

El sistema 100 de receptor móvil del GPS y de comunicación mostrado en la **Figura 1A** puede ser configurado para realizar una forma particular de procesamiento de señales digitales sobre señales de GPS almacenadas, de tal manera que el receptor tenga sensibilidad muy alta. Esto está adicionalmente descrito en la patente estadounidense No. 5.663.734, que fue concedida el 2 de septiembre de 1997, y que se titula "GPS Receiver and Method for Processing GPS Signals" ["Receptor de GPS y Procedimiento para Procesar Señales del GPS"] y, por la presente, esta patente se incorpora por referencia. Esta operación de procesamiento descrita en la patente estadounidense N° 5.663.734, habitualmente, calcula una pluralidad de convoluciones intermedias usando, típicamente, transformadas rápidas de Fourier (FFT), y almacena estas convoluciones intermedias en la memoria digital, y luego usa estas convoluciones intermedias para proporcionar al menos una pseudodistancia. El sistema combinado 100 de GPS y comunicación mostrado en la **Figura 1A** también puede incorporar ciertas técnicas de estabilización de frecuencia o de calibración a fin de mejorar la sensibilidad y la exactitud del receptor del GPS. Estas técnicas están descritas en la solicitud copendiente de patente estadounidense N° 08 / 759.523, que se presentó el 4 de diciembre de 1996, y que se titula "An improved GPS Receiver Utilizing a Communication Link" ["Un Receptor del GPS mejorado que utiliza un enlace de comunicación"], y que se incorpora por la presente a este documento por referencia.

En vez de describir en detalle el funcionamiento del sistema combinado 100 de receptor móvil del GPS y de comunicación mostrado en la **Figura 1A**, se proporcionará aquí un breve resumen. En una realización típica, el sistema 100 de receptor móvil del GPS y comunicación recibirá un comando de una estación base, tal como la estación base 17, que puede ser cualquiera de las estaciones base mostradas en la **Figura 7A o 7B**. Este comando es recibido por la antena 2 de comunicación, y el comando es procesado como un mensaje digital, y almacenado en la memoria 9 por el procesador 10. En una realización, la memoria 9 podría expandirse a fin de ser una memoria de acceso aleatorio (RAM) para almacenar comandos, datos, y / o información "instantánea". El procesador 10 determina que el mensaje es un comando para proporcionar una información de posición a la estación base, y esto causa que el procesador 10 active la porción GPS del sistema, parte de la cual, al menos, puede ser compartida con el sistema de comunicación. Esto incluye, por ejemplo, configurar el interruptor 6 de forma tal que el convertidor 7 de RF a IF reciba señales del GPS de la antena 1 del GPS, en vez de señales de comunicación de la antena 2 de comunicación. Luego las señales del GPS son recibidas, digitalizadas y almacenadas en la memoria digital 9, y pueden ser procesadas de acuerdo con las técnicas de procesamiento de señales digitales descritas en la patente estadounidense No. 5.663.734. El resultado de este procesamiento, habitualmente, puede incluir una pluralidad de pseudodistancias para un conjunto de satélites "a la vista", y estas pseudodistancias, o los datos basados sobre ellas, pueden ser entonces transmitidas de regreso a la estación base por el componente 10 de procesamiento, activando la porción del transmisor y transmitiendo las pseudodistancias de regreso a la estación base a través de la antena 2 de comunicación.

La estación base 17 mostrada en la **Figura 1A** puede ser acoplada directamente a la remota a través de un enlace de comunicación inalámbrica, o puede ser, como se muestra en la **Figura 8**, acoplada a la remota a través de una sede de teléfono celular que proporciona un enlace de comunicación por cable entre la sede telefónica y la estación base. Las **Figuras 7A y 7B** ilustran ejemplos de estas dos posibles estaciones base.

La estación base 701 ilustrada en la **Figura 7A** puede funcionar como una unidad autónoma, proporcionando un enlace inalámbrico hasta y desde los receptores móviles del GPS, y procesando las pseudodistancias recibidas. Según una, o una combinación, de las realizaciones descritas anteriormente, la estación base 701 puede procesar las pseudodistancias para determinar el tiempo, utilizando la velocidad relativa del satélite, una estadística de errores y / o una comparación de registros de mensajes de datos del satélite. La estación base 701 puede encontrar uso cuando la estación base está situada en un área metropolitana y todos los receptores móviles del GPS a rastrear están similarmente situados en la misma área metropolitana. Por ejemplo, la estación base 701 puede ser utilizada por fuerzas policiales o servicios de rescate a fin de rastrear a los individuos que llevan o usan los receptores móviles del GPS. Habitualmente, los elementos transmisor 709 y receptor 711, respectivamente, serán integrados en una sola unidad transceptora y tendrán una sola antena. Sin embargo, estos componentes han sido mostrados separadamente, ya que también pueden existir separadamente. El transmisor 709 funciona para proporcionar comandos y / o información de navegación a los receptores móviles del GPS a través de la antena transmisora 710. Habitualmente, el transmisor 709 está bajo el control de la unidad 705 de procesamiento de datos, que puede recibir una petición de un usuario de la unidad de procesamiento para determinar la posición de un receptor móvil específico del GPS. En consecuencia, la unidad 705 de procesamiento de datos causaría que el comando fuese transmitido por el transmisor 709 al receptor móvil del GPS. En respuesta, el receptor móvil del GPS transmitiría de regreso al receptor 711 pseudodistancias y estimaciones de tiempo asociadas y / o registros de mensajes de datos del satélite (o porciones de los mismos) en una realización de la presente invención, para ser recibidos por la antena receptora 712. El receptor 711 recibe tal información del receptor móvil del GPS y la proporciona a la unidad 705 de procesamiento de datos, que luego realiza una o más de las operaciones descritas anteriormente para determinar el tiempo, la posición y / u otra información de navegación asociada a las pseudodistancias recibidas desde el receptor móvil del GPS. Como se mencionó anteriormente, con referencia a la solicitud 08 / 794.649 en tramitación, tales

operaciones pueden implicar a los mensajes de datos del satélite recibidos desde el receptor 703 del GPS u otros mensajes de datos cualitativos de satélite como origen de referencia. Esto se describe adicionalmente en las solicitudes copendientes de patentes precitadas. El receptor 703 del GPS puede proporcionar los datos del registro diario del satélite, que pueden ser usados, en una realización, con las seudodistancias y el tiempo determinada, a fin de calcular la información de una posición para el receptor móvil del GPS. El almacenamiento masivo 707 puede almacenar la información de velocidad del satélite, una versión almacenada del registro de referencia de los mensajes de datos del satélite, que se usa para compararla con los registros recibidos del receptor móvil del GPS, las rutinas de análisis de estadísticas de errores, según una o más de las técnicas expuestas anteriormente, y / u otra información para determinar el tiempo, basándose en las seudodistancias y cualquier otra información proporcionada por el receptor móvil del GPS. La unidad 705 de procesamiento de datos puede acoplarse con un visor optativo 715, y también puede acoplarse con un almacenamiento masivo 713, con software GIS, que es optativo. Se apreciará que, a pesar de que se describen separadamente, el almacenamiento masivo 713 puede ser el mismo que el almacenamiento masivo 707, en cuanto a que pueden estar contenidos en el mismo disco rígido u otro dispositivo / medio de almacenamiento de datos.

La **Figura 7B** ilustra una estación base alternativa de la presente invención. Esta estación base 725 está concebida para acoplarse con sedes remotas transmisoras y receptoras, tales como una sede 855 de teléfono celular mostrada en la **Figura 8**. Esta estación base 725 también puede acoplarse con sistemas clientes a través de una red, tal como Internet o una Intranet, u otros tipos de sistemas de redes de ordenadores. El uso de la estación base de esta manera se describe adicionalmente en la solicitud copendiente con nº de serie 08 / 708.176, que se inscribió el 6 de septiembre de 1996, y que se titula "Client-Server Based Remote Locator Device" ["Dispositivo Localizador Remoto Basado en Cliente-Servidor"], y que se incorpora por la presente a este documento por referencia. La estación base 725 se comunica con una unidad móvil del GPS, tal como el sistema combinado 853 de receptor móvil del GPS y de comunicación, mostrado en la **Figura 8**, a través de la sede 855 del teléfono celular y su(s) correspondiente(s) antena(s) 857, como se muestra en la **Figura 8**. Se apreciará que el sistema combinado 853 de receptor del GPS y de comunicación puede ser similar al sistema 100 mostrado en la **Figura 1A**.

La estación base 725, como se muestra en la **Figura 7B**, incluye un procesador 727 que puede ser un microprocesador convencional acoplado por un bus 730 con la memoria principal 729, que puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM). La estación base 725 además incluye otros dispositivos de entrada y salida, tales como teclados, ratones, y pantallas 735, y controladores de entrada / salida asociados, acoplados por el bus 730 con el procesador 727 y la memoria 729. Un dispositivo 733 de almacenamiento masivo, tal como un disco rígido o CDROM, u otros dispositivos de almacenamiento masivo, está acoplado con varios componentes del sistema, tales como el procesador 727, a través del bus 730. Un dispositivo 731 de entrada / salida (E / S), que sirve para proporcionar la funcionalidad de entrada / salida entre el receptor del GPS u otra fuente de mensajes de datos del satélite, está también acoplado con el bus 730. Este dispositivo 731 de entrada / salida puede recibir mensajes de datos del satélite desde un receptor del GPS (por ejemplo el receptor 703 del GPS mostrado en la **Figura 7A**), y los proporciona, a través del bus 730, al procesador que, de acuerdo a una de las realizaciones descritas anteriormente de la invención, puede causar que se aplique a ellos un sello temporal. Los registros pueden entonces ser almacenados en el dispositivo 733 de almacenamiento masivo, por ejemplo, para su posterior uso al compararlos con registros recibidos desde receptores móviles del GPS. El dispositivo 733 de almacenamiento masivo puede además almacenar información de velocidad que representa la velocidad relativa de un conjunto de uno o más satélites. Adicionalmente, el dispositivo 733 de almacenamiento masivo puede almacenar rutinas correspondientes a uno o más de los procedimientos descritos anteriormente para procesar la información / señales de posicionamiento del satélite.

Dos módems 739 y 737 se muestran en la **Figura 7B** como interfaces con otros sistemas remotamente situados con respecto a la estación base 725. En el caso de la interfaz 739 de módem o red, este dispositivo está acoplado con un ordenador cliente, por ejemplo, a través de Internet o a través de alguna otra red de ordenadores. El módem u otra interfaz 737 proporciona una interfaz a la sede del teléfono celular, tal como la sede 855 mostrada en la **Figura 8**, que ilustra un sistema 851.

La estación base 725 puede ser implementada con diversas arquitecturas de ordenadores, como será apreciado por aquellos expertos en la técnica. Por ejemplo, pueden haber múltiples buses, o un bus principal y un bus periférico, o pueden haber sistemas de múltiples ordenadores y / o múltiples procesadores. Puede ser ventajoso, por ejemplo, tener un procesador dedicado para recibir el mensaje de datos del satélite del receptor 703 del GPS, y procesar ese mensaje para proporcionar un registro de referencia de manera dedicada, de forma tal que no haya ninguna interrupción en el proceso de preparación del registro de referencia, y de almacenamiento y gestión de la cantidad de datos almacenados, según una de las realizaciones anteriormente descritas de la presente invención.

La **Figura 8** ilustra un sistema según una realización de la invención, que incluye un receptor del SPS, una sede de teléfono celular, una estación base, Internet, y un sistema de ordenador cliente. El sistema 851 mostrado en la **Figura 8** puede funcionar, en una realización, de la siguiente manera. Un sistema 863 de ordenador cliente

transmitirá un mensaje a través de una red, tal como Internet 861, a la estación base 825. Debería apreciarse que puede haber encaminadores intervinientes, o sistemas de ordenadores, en la red o Internet 861, que traspasen la petición de la posición de un receptor móvil específico del GPS. La estación base 825 transmitirá entonces un mensaje a través de un enlace, que es, habitualmente, un enlace telefónico 859 por cable, a la sede 855 de teléfono celular. Esta sede 855 de teléfono celular transmite luego un comando usando su(s) antena(s) 857 al sistema combinado 853 de receptor móvil del SPS y de comunicación. En respuesta, el sistema 853 transmite de regreso pseudodistancias, registros de los mensajes de datos del satélite, la información de velocidad y / u otra información. Dicha información puede ser recibida por la sede 855 del teléfono celular y comunicada de regreso a la estación base a través del enlace 859. La estación base realiza entonces una o más de las operaciones, según lo descrito anteriormente con diversas realizaciones de la invención, tal como la determinación del tiempo, usando una entre, o una combinación de, la velocidad relativa del satélite, las mediciones Doppler y una estadística de errores, y / o comparando dos o más registros de datos del satélite. La estación base puede luego determinar la información de navegación, tal como el tiempo y / o posición del receptor del SPS, y comunicar la información de navegación a través de una red, tal como Internet 861, al sistema 853 de ordenador cliente, el cual puede tener en sí mismo un software de mapas en el sistema de ordenador cliente, permitiendo al usuario de este sistema ver en un mapa la posición exacta del sistema 853 del SPS móvil.

REALIZACIONES ALTERNATIVAS

Si bien la invención ha sido descrita en términos de varias realizaciones y figuras ilustrativas, los expertos en la técnica reconocerán que la invención no está limitada a las realizaciones o figuras descritas.

Por lo tanto, debería entenderse que el procedimiento y aparato de la invención pueden ponerse en práctica por modificación y alteración, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de resolución del tiempo de referencia en una primera entidad que recibe señales de distancias desde una pluralidad de satélites y que tiene una referencia inicial de reloj con una desviación de reloj desconocido, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 en dicha primera entidad, medir un conjunto de tiempo de llegada de señales de distancia desde la pluralidad de satélites como una función de dicha referencia inicial de reloj, para proporcionar un conjunto inicial de valores medidos de distancia; **caracterizado por:**
- determinar cada uno, entre una pluralidad de valores de estadísticas de errores, como una función de una pluralidad de desplazamientos temporales, que incluyen, para cada uno de los mismos:
- 10 (a) alterar dicho conjunto de mediciones temporales con un desplazamiento temporal distinto, para proporcionar un conjunto de mediciones temporales alteradas, proporcionando por ello un conjunto alterado de valores de distancia; y
- (b) determinar una estadística de errores en respuesta a dicho conjunto alterado de valores de distancia;
- ejecutar repetidamente las etapas (a) y (b) para proporcionar un conjunto de valores de estadísticas de error;
- en respuesta a dicho conjunto de valores de estadística de errores, seleccionar un desplazamiento temporal que
- 15 reduzca la estadística de errores; y
- resolver dicho tiempo de referencia en base a dicho desplazamiento temporal y dicha referencia inicial de reloj.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual dicha primera entidad es un receptor del sistema de posicionamiento por satélite (SPS).
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye adicionalmente la etapa de determinar una ubicación de dicha
- 20 entidad en base a dicho desplazamiento.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual cada una entre dicho conjunto de tiempo medidas de llegada de señales de distancia está asociada al correspondiente entre el conjunto de satélites y está desplazada con respecto a un tiempo de referencia.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual, en respuesta a dicho conjunto de valores de estadística de
- 25 errores, la selección de un desplazamiento temporal que reduzca la estadística de errores comprende:
- determinar un ajuste polinómico para el conjunto de valores de estadística de errores; y determinar un desplazamiento que minimice el valor de la estadística de errores.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual el ajuste polinómico es lineal.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual la determinación del valor de la estadística de errores incluye
- 30 determinar una distribución de varianzas unitarias de valores residuales de pseudodistancia.
8. Un aparato para despejar una tiempo de referencia en una primera entidad que recibe señales de distancia desde una pluralidad de satélites y que tiene una referencia inicial de reloj con una desviación de reloj desconocido, comprendiendo dicho aparato:
- un medio para medir un conjunto de tiempo de llegada de señales de distancia desde la pluralidad de satélites como
- 35 una función de dicha referencia inicial de reloj, a fin de proporcionar un conjunto inicial de valores medidos de distancia;
- caracterizado por:** un medio para determinar cada uno entre una pluralidad de valores de estadística de errores, como una función de una pluralidad de desplazamientos temporales, que incluye:
- (a) un medio para alterar dicho conjunto de mediciones temporales en un desplazamiento temporal distinto, a fin de
- 40 proporcionar un conjunto de mediciones temporales alteradas, proporcionando por ello un conjunto alterado de valores de distancia; y
- (b) un medio para determinar una estadística de errores en respuesta a dicho conjunto alterado de valores de distancia;
- un medio para alterar repetidamente dicho tiempo de llegada en un desplazamiento temporal distinto y determinar
- 45 una estadística de errores en respuesta a dicho conjunto alterado, a fin de proporcionar un conjunto de valores de estadística de errores;

un medio, sensible a dicho conjunto de valores de estadística de errores, para seleccionar un desplazamiento temporal que reduzca la estadística de errores; y

un medio para despejar dicho tiempo de referencia en base a dicho desplazamiento temporal y dicha referencia inicial de reloj.

5 9. El aparato de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente un medio para determinar una ubicación de dicha entidad en base a dicho desplazamiento.

10. El aparato de la reivindicación 8, en el cual dicho medio para seleccionar un desplazamiento temporal que reduzca la estadística de errores comprende:

un medio para determinar un ajuste polinómico para el conjunto de valores de estadísticas de errores; y

10 un medio para determinar un desplazamiento que minimice el valor de estadística de errores.

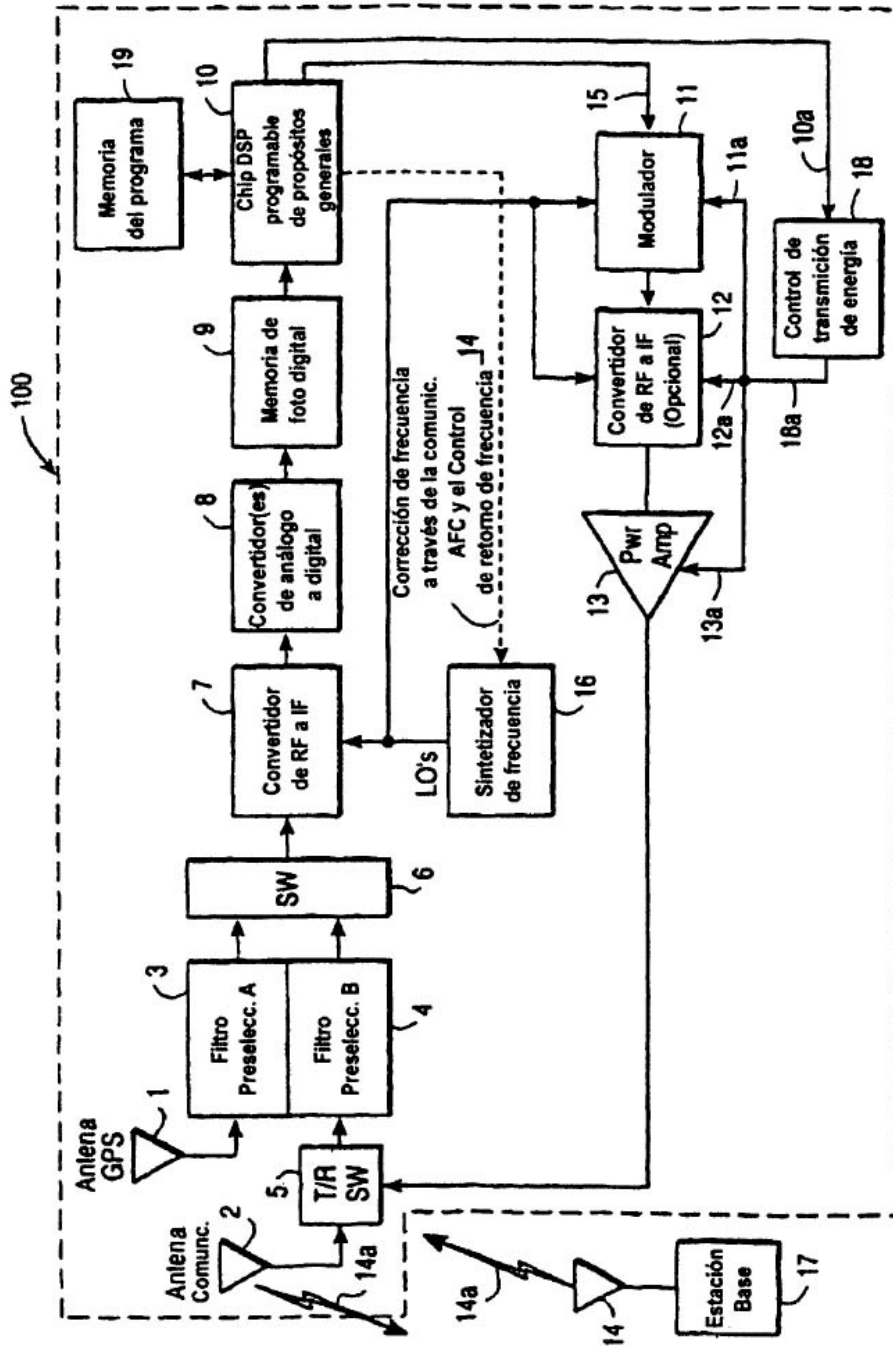


FIG. 1A

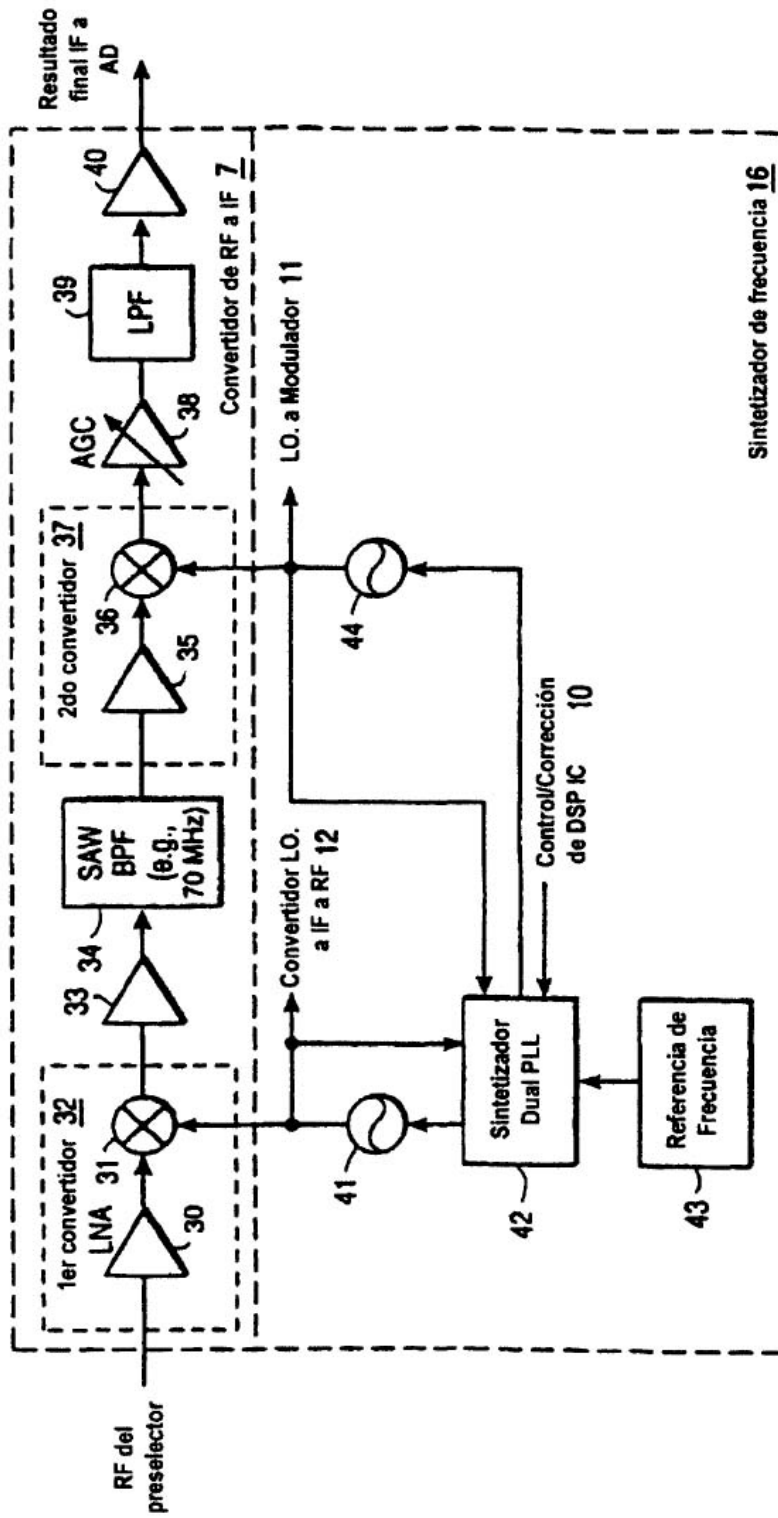


FIG. 1B

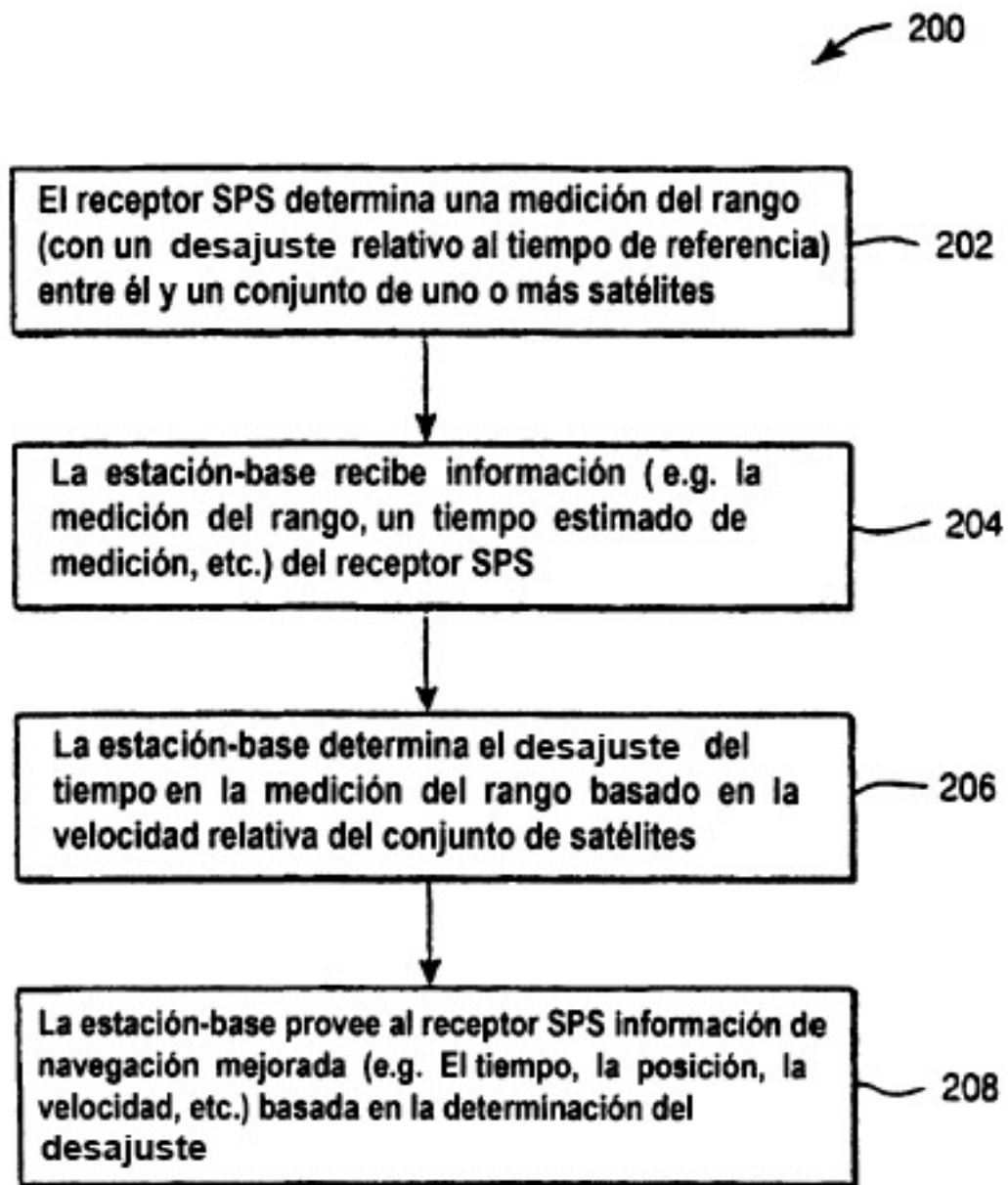


FIG. 2

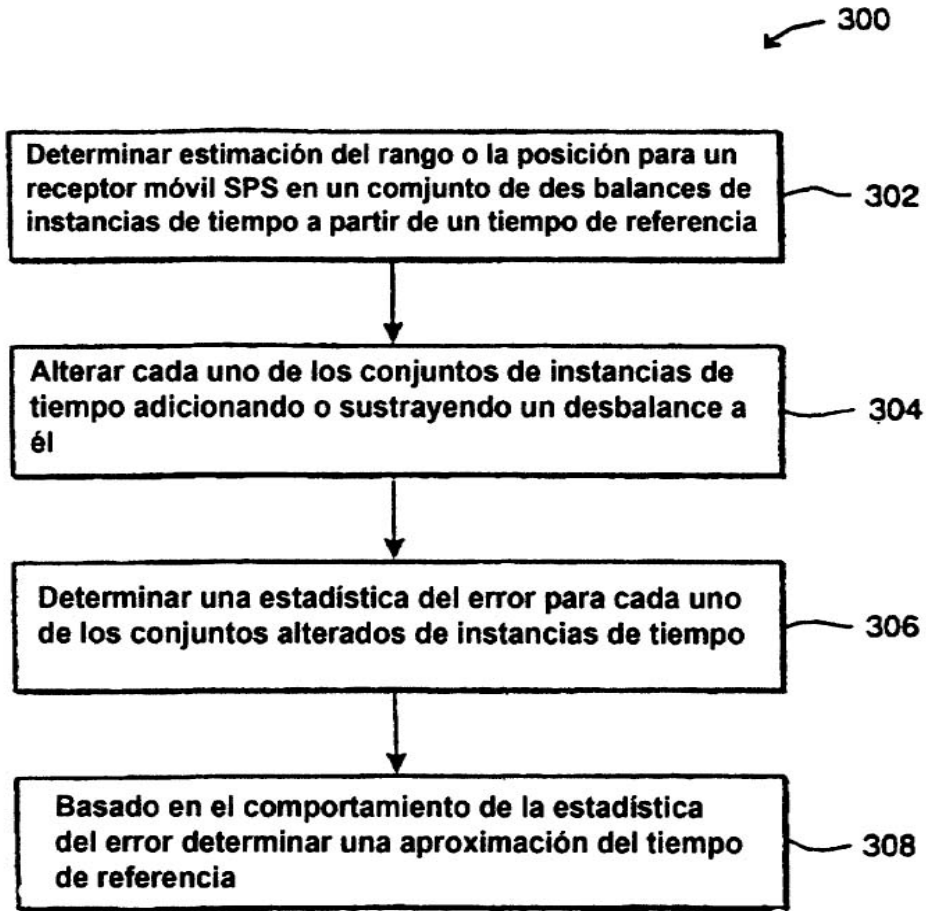


FIG. 3A

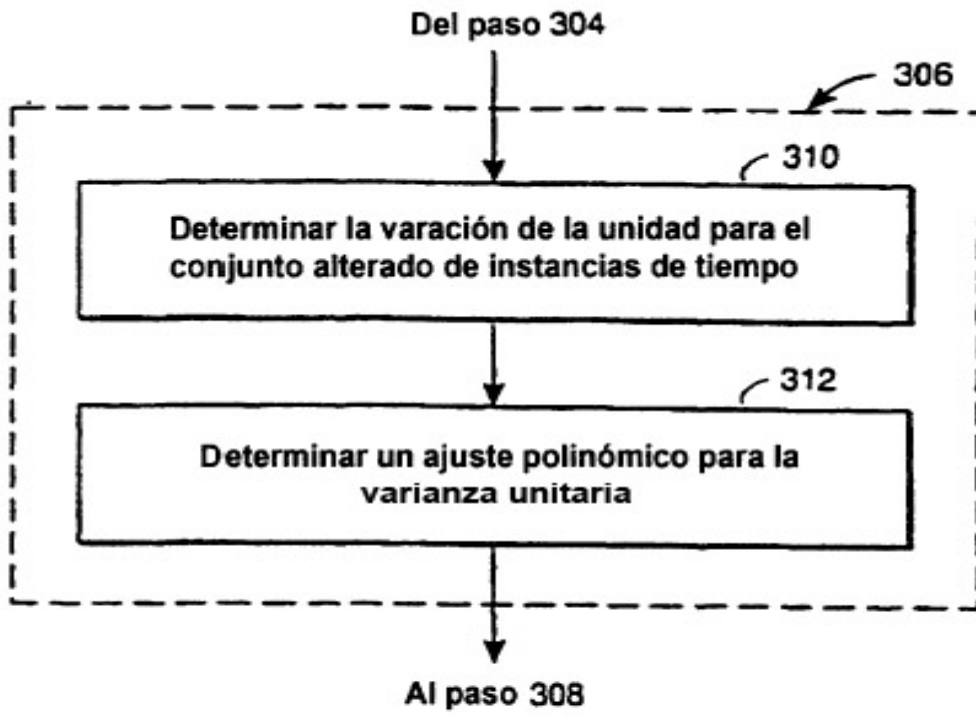


FIG. 3B

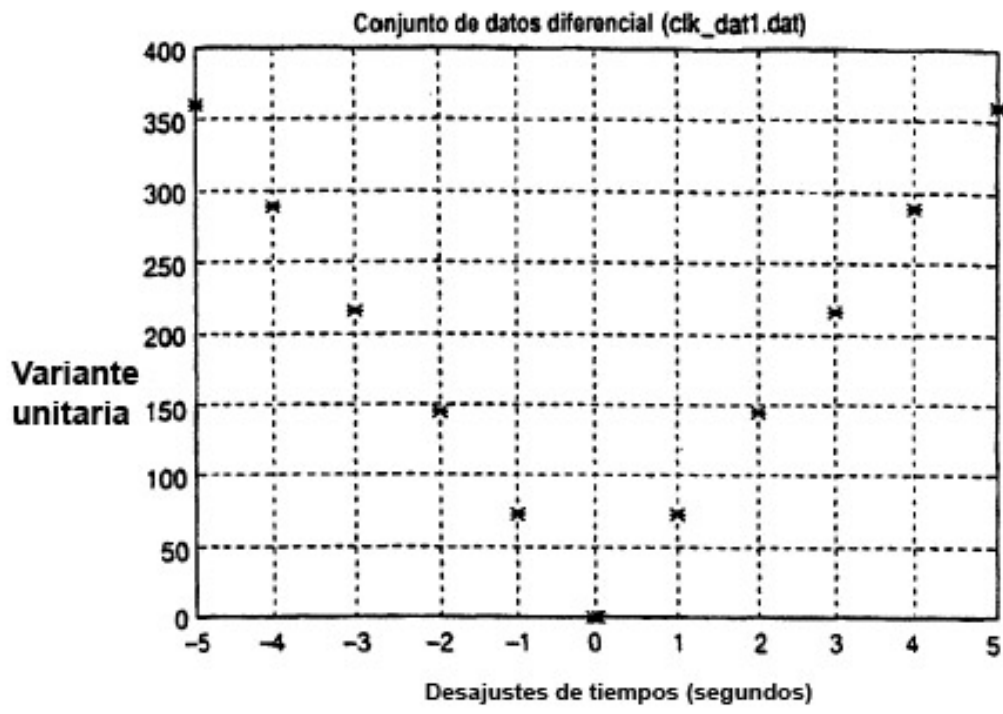


FIG. 4A

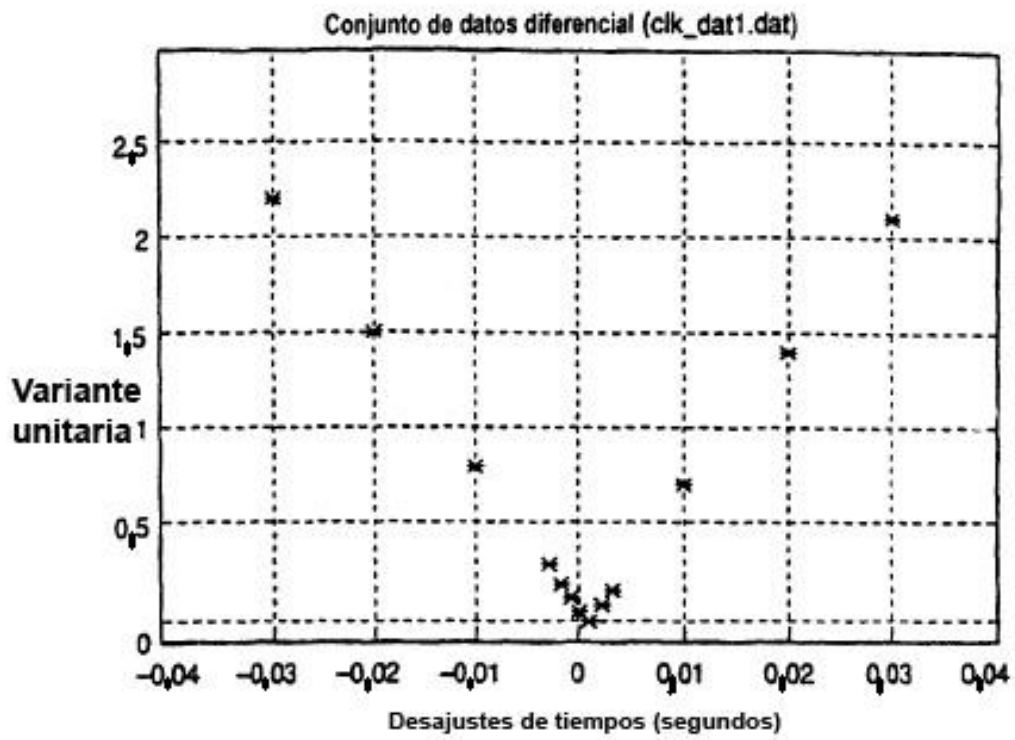


FIG. 4B

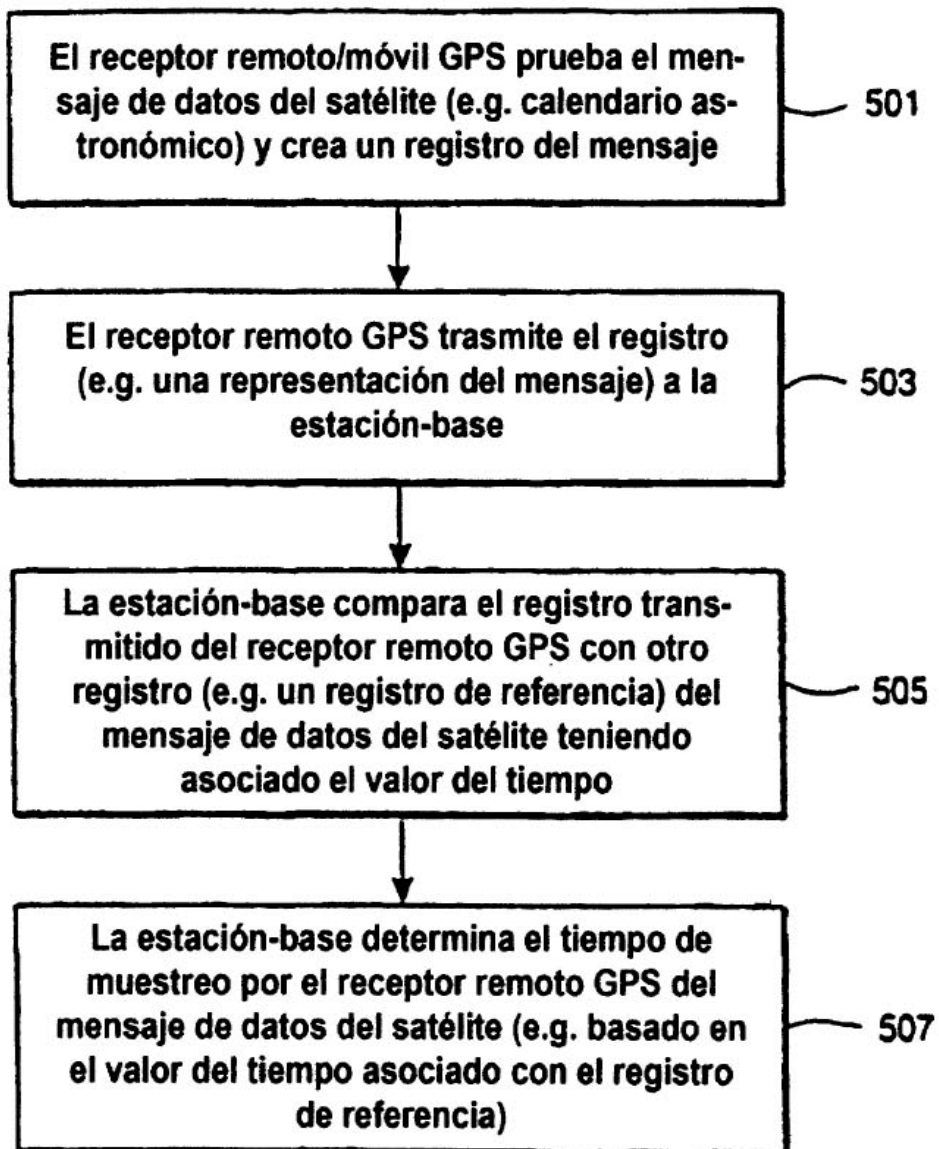


FIG. 5

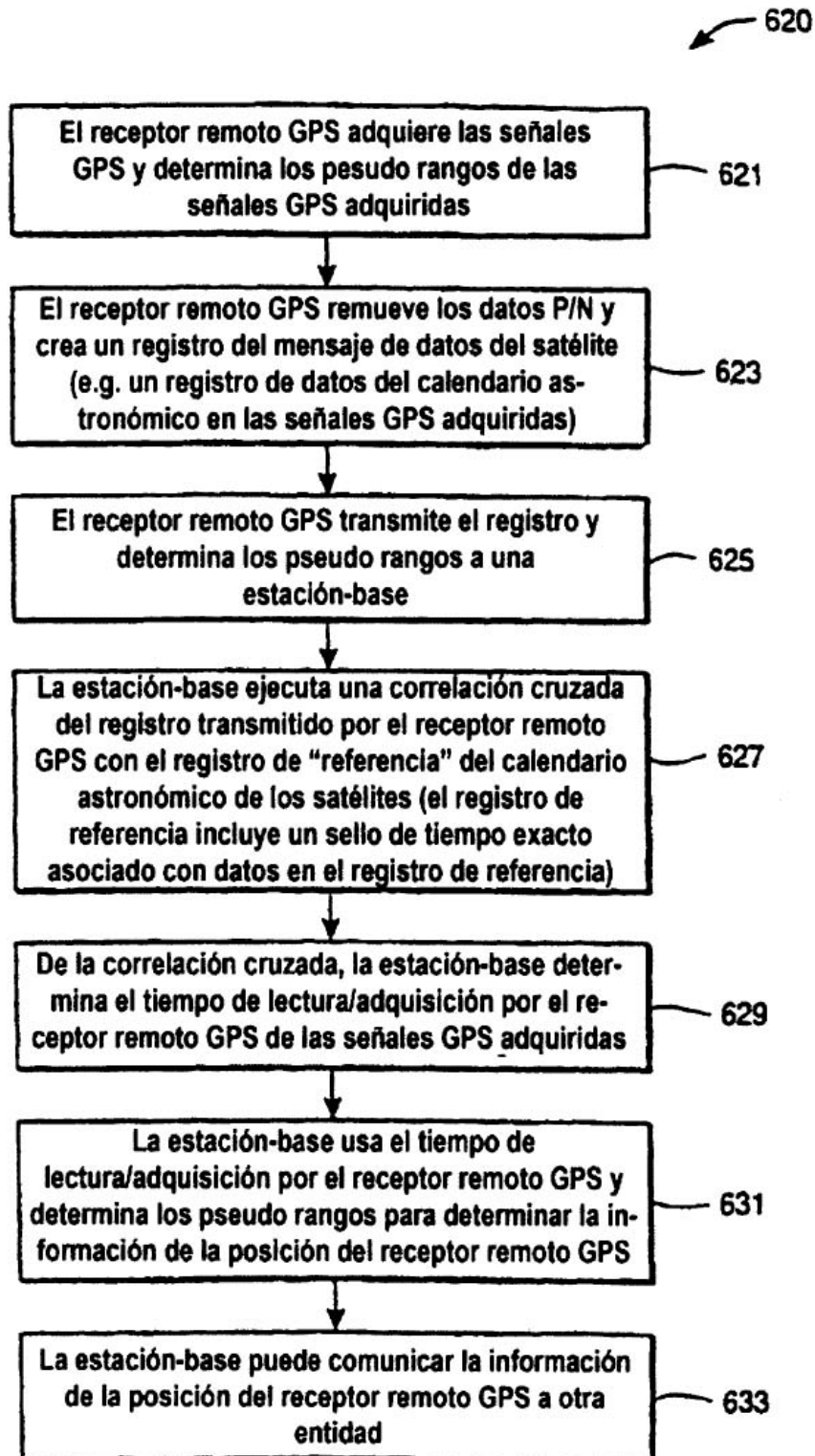


FIG. 6

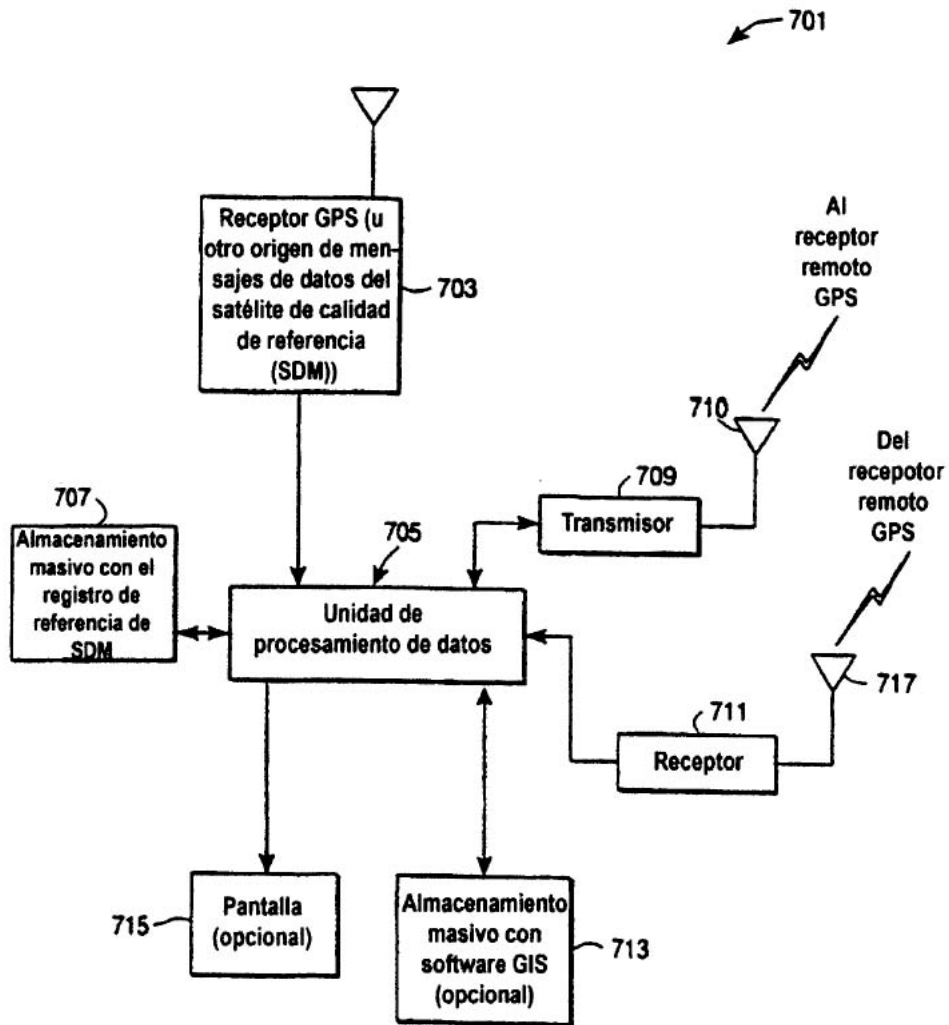


FIG. 7A

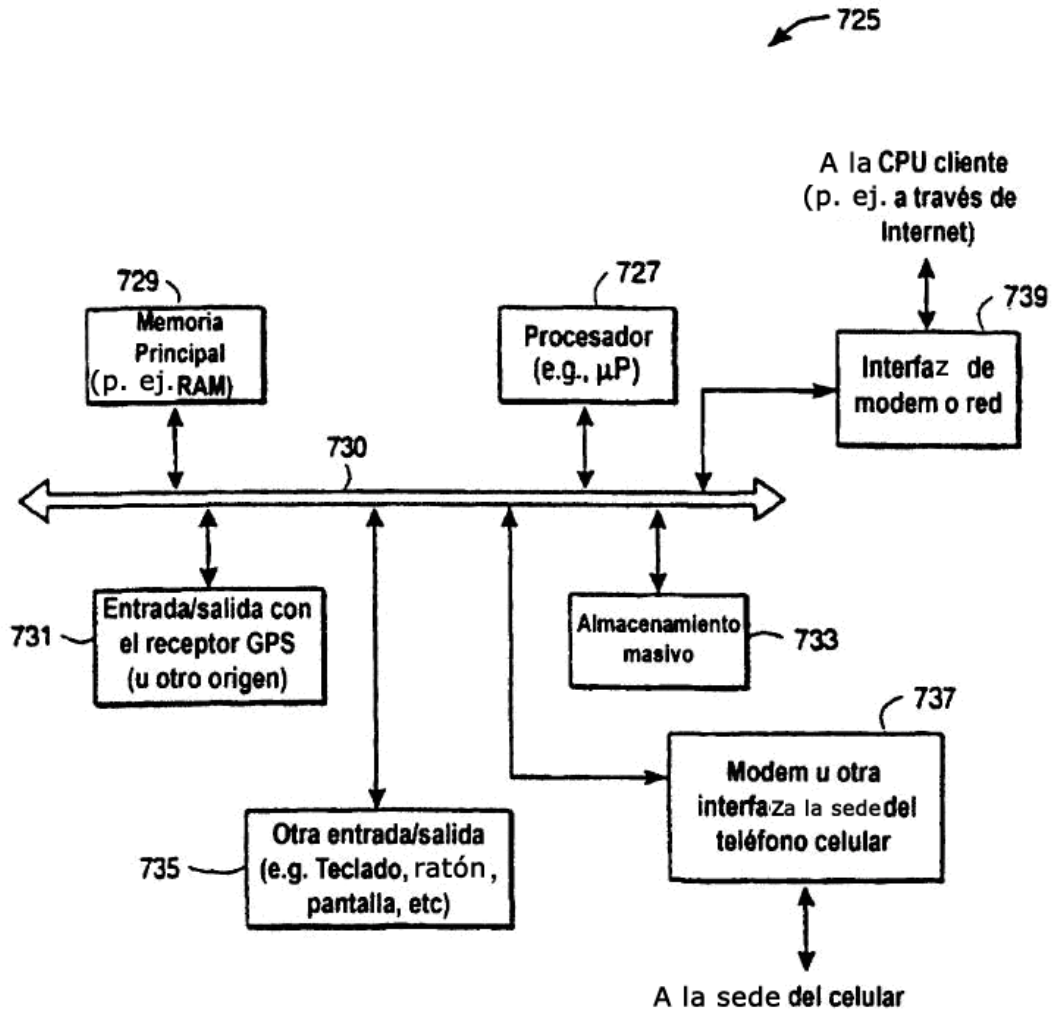


FIG. 7B

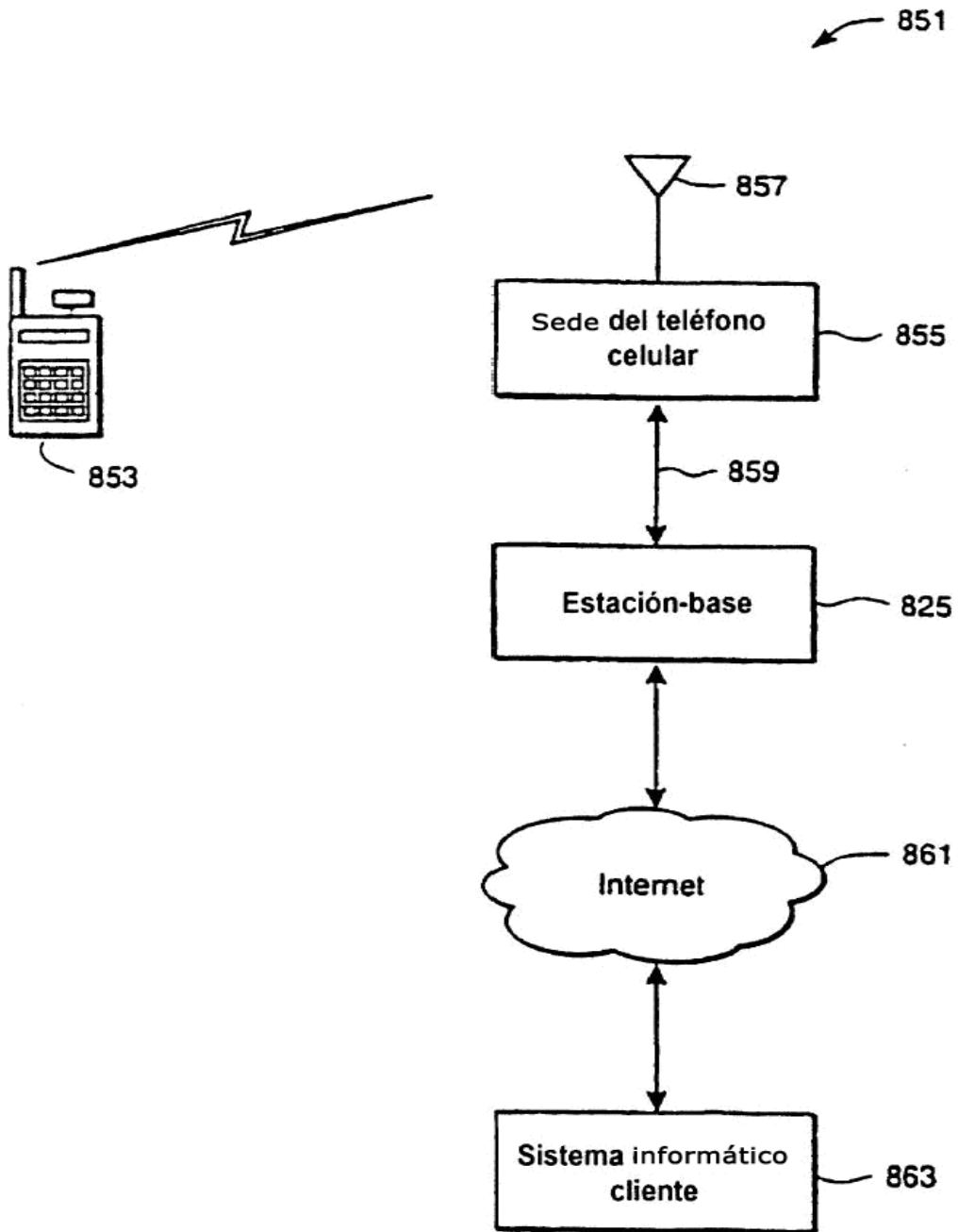


FIG. 8