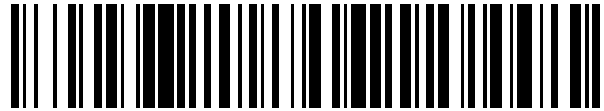


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 466**

51 Int. Cl.:

G01S 19/05 (2010.01)

G01S 19/21 (2010.01)

G01S 19/23 (2010.01)

G01S 19/25 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2009 E 13190543 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2720067**

54 Título: **Sistema de transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite**

30 Prioridad:

30.05.2008 US 130893

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

31.03.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**COHEN, CLARK E.;
WHELAN, DAVID A.;
BRUMLEY, ROBERT W.;
GUTT, GREGORY M. y
FERRELL, BARTON G.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 607 466 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

Sistema de transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a la transferencia de tiempo y, más particularmente, a la transferencia de tiempo en base a satélites y técnicas de navegación.

Antecedentes

10 El documento US6178195B1 describe que un procedimiento y aparato para la detección y seguimiento de señales de espectro diseminadas, tales como señales de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), primero obtienen información de referencia de frecuencia y tiempo de precisión de una , señal secundaria relativamente de alta potencia, tal como la procedente de un satélite de un sistema de comunicaciones por satélite en órbita terrestre baja (LEO), y luego utilizan esa información de referencia para llevar a cabo la detección de banda estrecha de la señal de espectro diseminada por GPS. En consecuencia, las señales de espectro diseminadas son detectadas y rastreadas de manera más eficiente, especialmente en entornos donde son atenuadas por obstáculos tales como edificios o barreras ambientales.

15 Las señales de temporización y navegación existentes proporcionadas por diversos sistemas de navegación por satélite existentes a menudo no proporcionan el rendimiento del sistema satisfactorio. En particular, la potencia de la señal, ancho de banda, y el apalancamiento geométrico de dichas señales de sincronización y navegación son generalmente insuficientes para satisfacer las necesidades de muchos escenarios de uso exigentes.

20 Las metodologías existentes de sincronización y navegación, por ejemplo, en las señales del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) pueden no estar disponibles para un usuario de navegación en muchos casos. Típicamente, un receptor de GPS debe recibir al menos cuatro fuentes variables simultáneas para permitir el posicionamiento tridimensional y la transferencia de temporización exacta. Sin embargo, las señales de GPS a menudo proporcionan una potencia o geometría de baja señal insuficiente para penetrar fácilmente los cañones urbanos o las paredes de los edificios. Otras metodologías de navegación basadas, por ejemplo, en las señales de teléfono celular o televisión por lo general carecen de información de navegación vertical.

25 Los sistemas existentes han tratado de abordar las deficiencias de navegación interior mediante el uso de diversas metodologías, por ejemplo, sistemas de navegación inercial, balizas especializadas, y sistemas de GPS de alta sensibilidad. Sin embargo, los sistemas de navegación inercial van a deriva y son costosos. Las balizas requieren activos fijos especializados que son costosos y no estandarizados teniendo por lo tanto utilidad única especializada y los sistemas de GPS sensibles a menudo no cumplen con las expectativas de los usuarios debido a la debilidad de las señales de GPS en los ambientes interiores.

Compendio

En un aspecto, se proporciona un procedimiento para obtener transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite como se define en la reivindicación adjunta 1.

35 En otro aspecto, se proporciona una unidad receptora adaptada para su uso en entornos atenuados o congestionados como se define en la reivindicación adjunta 6.

40 En una realización, un procedimiento para obtener transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite comprende: recibir una señal de temporización de precisión desde un satélite, en la que la señal de temporización de precisión comprende un código de repetición periódica; determinar una fase de temporización del código; recibir información auxiliar adicional; y utilizar la fase de temporización y la información auxiliar adicional para determinar un tiempo absoluto preciso.

45 En otra realización, un procedimiento para ejecutar la navegación en entornos atenuados o congestionados comprende: detectar una estructura de trama de una señal recibida desde un primer satélite; alinear un reloj de una unidad receptora a la estructura de trama detectada; generar múltiples estimaciones de tiempo separadas respectivamente de acuerdo a la estructura de trama, en la que al menos una estimación de tiempo será alienada a una señal de un segundo satélite; proporcionar las estimaciones de tiempo a correladores del sistema de la unidad receptora; alinear los correladores del sistema de acuerdo con las estimaciones de tiempo; e identificar al menos una estimación de tiempo que está alineada con la fuente de señal del segundo satélite, en la que al menos una estimación de tiempo proporciona información auxiliar exitosa a la unidad receptora y mejora significativamente la eficiencia de detección.

50 En otra realización, una unidad receptora adaptada para su uso en entornos atenuados o congestionados comprende: una antena adaptada para recibir una señal de temporización de precisión desde un satélite y recibir información auxiliar adicional, en la que la señal de temporización de precisión comprende un código de repetición periódica; un procesador; y una memoria adaptada para almacenar una pluralidad de instrucciones legibles por

computadora que cuando son ejecutadas por el procesador se adaptan para hacer que la unidad receptora: determine una fase de temporización del código, y utilizar la fase de temporización y la información auxiliar adicional para determinar un tiempo absoluto preciso.

5 En otra realización, una unidad receptora adaptada para su uso en entornos atenuados o congestionados comprende: una antena adaptada para recibir una señal de temporización de precisión desde un primer satélite en la que la señal de temporización de precisión comprende una estructura de trama de banda de frecuencia, y recibir una segunda señal desde un segundo satélite; un procesador; y una memoria adaptada para almacenar una pluralidad de instrucciones legibles por computadora que cuando son ejecutadas por el procesador se adaptan para hacer que la unidad receptora: detecte la estructura de trama del primer satélite; alinee un reloj interno de la unidad receptora con la estructura de trama del primer satélite; genere múltiples estimaciones de tiempo separadas respectivamente, según la estructura de trama del primer satélite, en la que al menos una estimación de tiempo se alinea a la señal del segundo satélite; alinear correladores del sistema de la unidad receptora de acuerdo con las estimaciones de tiempo; e identificar al menos una estimación del tiempo que está alineado con la señal del segundo satélite de manera que se proporciona información auxiliar exitosa a la unidad receptora.

10 El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones, que se incorporan en esta sección por referencia. Una comprensión más completa de realizaciones de la presente invención se proporcionará para los expertos en la técnica, así como una realización de ventajas adicionales de la misma, mediante una consideración de la siguiente descripción detallada de una o más realizaciones. Se hará referencia a las hojas adjuntas de dibujos que primero se describirán brevemente.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 proporciona una perspectiva general de un sistema de navegación que es capaz de desempeñarse en entornos ocluidos o congestionados de acuerdo a una realización de la presente invención.

La Fig. 1A muestra un diagrama de bloques funcional de la unidad receptora 302 de acuerdo a una realización de la divulgación.

25 La Fig. 2 proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para obtener transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite de acuerdo a una realización de la presente invención.

La Fig. 3 ilustra una señal de estructura de transferencia de tiempo de un satélite de órbita terrestre baja (LEO) de acuerdo a una realización de la presente invención.

30 La Fig. 3A muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para determinar la fase de código de una señal satelital recibida de acuerdo a una realización.

La Fig. 3B proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ejecutar transferencia de tiempo y navegación en entornos atenuados o congestionados de acuerdo a una realización de la presente invención.

La Fig. 4 proporciona un sistema de navegación de autoformación que utiliza satélites para proporcionar localización de estación de red inalámbrica de acuerdo a una realización de la presente invención.

35 La Fig. 5 proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ejecutar geolocalización mediante la integración de señales satelitales y señales de la red inalámbrica de acuerdo a una realización de la presente invención.

40 La Fig. 6 proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ejecutar geolocalización mediante la integración de señales satelitales y señales de la red inalámbrica de acuerdo a otras realizaciones de la presente invención.

Las realizaciones de la presente invención y sus ventajas se entienden mejor haciendo referencia a la descripción detallada que sigue. Se debe apreciar que números de referencia similares se utilizan para identificar los elementos similares ilustrados en una o más de las figuras.

Descripción detallada

45 De acuerdo con diversas realizaciones descritas en el presente documento, un sistema que emplea satélites, por ejemplo, satélites de órbita terrestre baja (LEO), se puede utilizar para aumentar unidad receptoras, por ejemplo, teléfonos celulares u otros dispositivos compactos, de modo que puedan funcionar incluso en entornos ocluidos o congestionados, en gran medida atenuados. Los sistemas de navegación de acuerdo a una o más realizaciones en este documento pueden abordar los problemas actuales de las unidades receptoras que se deben a las señales fundamentalmente débiles recibidas de fuentes existentes, tales como satélites de Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

50 Las señales de determinados satélites, por ejemplo, satélites de comunicación, son generalmente más potentes que las señales de otros sistemas de posicionamiento existentes, tal como GPS. Uno de dicho satélite es el satélite de

órbita terrestre baja (LEO) constelación Iridium. En un ejemplo, una unidad receptora configurada para trabajar con las señales recibidas desde un satélite LEO, por ejemplo un satélite Iridium, puede trabajar con niveles de señal de menos de aproximadamente 45 dB de atenuación en la antena de la unidad receptora, mientras que las unidades receptoras configuradas para GPS típicamente no funcionarán en tales niveles. Al aprovechar satelitales de señales Iridium, la unidad receptora configurada para Iridium puede funcionar a aproximadamente 15-20 dB por debajo de donde una unidad receptora configurada para GPS típica dejaría de funcionar.

De acuerdo con diversas realizaciones, tales señales potentes, que incluyen señales de tiempo de precisión desde el sistema de satélite, se pueden usar para determinar un tiempo absoluto preciso con una precisión de, por ejemplo, aproximadamente 1-10 microsegundos. Además, este tipo de señales potentes pueden ser transferidas a una unidad receptora junto con la información de otra infraestructura con base en tierra, como por ejemplo una red celular, una red de Internet o WiFi. De acuerdo a una o más realizaciones, el tiempo absoluto preciso derivado de las señales de satélite es suficientemente preciso para facilitar la alineación de correladores del sistema en una unidad receptora para centrarse en periodos de tiempo muy breves. Cuando se utilizan múltiples correladores del sistema sin el beneficio de una referencia de tiempo preciso en entornos ocluidos o congestionados, el proceso de correlación está cargado computacionalmente mediante la búsqueda en periodos de tiempo grandes y la unidad receptora puede no ser capaz de funcionar en tales condiciones. Sin embargo, con la transferencia de tiempo absoluto preciso (por ejemplo, que tienen una exactitud dentro de aproximadamente 10 microsegundos) una unidad receptora (o usuario) puede recibir y rastrear mejor señales de navegación de un sistema de posicionamiento tal como GPS, alineando los correladores de la unidad receptora del sistema incluso en entornos muy atenuados o congestionados. Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención pueden ayudar al GPS o cualquier otro sistema satelital de posicionamiento en entornos fuertemente atenuados o congestionados. Se debe apreciar que la transferencia de tiempo absoluto preciso también se puede usar en otras aplicaciones tales como la sincronización de red.

Con referencia ahora a las figuras en las que las representaciones son para los fines de ilustrar las realizaciones de la presente invención solamente, y no con fines de limitar las mismas, la Fig. 1 proporciona una perspectiva general, de un sistema de navegación 300 que es capaz de funcionar en entornos ocluidos o congestionados de acuerdo a una realización de la presente invención.

Como se muestra en la realización de la Fig. 1, en el sistema de navegación 300, una unidad receptora 302 (por ejemplo, un teléfono celular), está configurado para recibir la señal 309 desde un satélite 306, que puede incluir una señal de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (por ejemplo, señal de GPS protegida y/o desprotegida) de satélites de navegación convencionales. Además, la unidad receptora 302 está configurada para recibir la señal 305 desde un satélite 304, que puede ser un satélite de órbita terrestre baja (LEO). Además, la unidad receptora 302 está configurada para recibir la señal 307 de una red 308, que puede incluir, por ejemplo, una red celular, una red de Internet, una red WiFi, y/o otras redes. La señal 305 recibida del satélite 304 comprende una señal de temporización de precisión codificada en la señal de satélite 304. La señal 307 recibida a través de la red 308 puede incluir información auxiliar adicional, tal como, por ejemplo, información de órbita asociada al satélite 304, una ubicación aproximada de la unidad receptora 302, un intervalo aproximado entre el satélite 304 y la unidad receptora 302 (por ejemplo, dentro de aproximadamente 3000 m), información de tiempo aproximado (por ejemplo, tiempo aproximado aproximadamente 5 segundos), información de desviación de tiempo asociada al satélite 304 (por ejemplo, desplazamientos del reloj del satélite), y/o cualquier otra información.

De acuerdo a una o más realizaciones, el satélite 306 puede ser parte de un sistema de comunicación y navegación de alto rendimiento integrado tal como un sistema de iGPS. El satélite 306 también puede ser una parte de cualquier otro sistema de posicionamiento satelital, incluyendo por ejemplo, el sistema de navegación orbital mundial (Glonass).

En un ejemplo, el satélite 304 puede ser un satélite LEO, que puede implementarse por un satélite de un sistema de comunicación existente (por ejemplo, los sistemas de Satélite Iridium o Globalstar). En un ejemplo en el que se utiliza un satélite Iridium para implementar el satélite 304, computadoras de vuelo del satélite Iridium pueden ser reprogramadas con el software apropiado para facilitar el manejo de las señales de navegación. En otro ejemplo en el que se utiliza un satélite de comunicaciones Globalstar para implementar el satélite 304, la arquitectura de tubo curvado del satélite permite que el equipo de tierra sea actualizado para soportar una variedad de nuevos formatos de señal.

En realizaciones en las que el satélite 304 se implementa como un satélite de comunicación LEO, el satélite de comunicación LEO puede ser configurado para soportar señales de comunicación, así como las señales de navegación. En este sentido, este tipo de señales de navegación pueden implementarse para tener en cuenta diversos factores tales como el rechazo de trayectos múltiples, la exactitud de distancia, la correlación cruzada, la resistencia al congestionamiento e interferencia, y seguridad, incluyendo el acceso selectivo, contra la imitación de dirección IP, y baja probabilidad de interceptación

La unidad receptora 302 puede implementarse con software y/o hardware apropiados para recibir y decodificar señales de una variedad de fuentes de distancia espacial y terrestre para realizar la navegación. Tales señales pueden incluir, por ejemplo, las emisiones de satélite del GPS (o cualquier otro sistema de posicionamiento (por ejemplo, Glonass), LEO (por ejemplo, sistemas de satélite Iridium o Globalstar), sistema de aumento de área amplia

(WAAS), servicio de superposición de navegación geoestacionario europeo (EGNOS), Sistema de aumento satelital de múltiples funciones (MSAS), Galileo, sistema satelital Quasi- Zenith (QZSS), y/o satélites Mobile Satellite Ventures (MSV). Estas señales pueden también incluir emisiones terrestres de la red 308, que pueden incluir redes celulares, cadenas de televisión, redes de Internet, WiFi, WiMAX, nodos de Integración de Infraestructura de Vehículo Nacional (VII), y otras fuentes apropiadas. La unidad receptora 302 puede implementarse de acuerdo con diversas realizaciones expuestas en la solicitud de patente de Estados Unidos No. 11/268.317, presentada el 7 de noviembre de 2005, que se incorpora aquí por referencia.

La unidad receptora 302 además puede estar configurada para recibir y realizar la navegación utilizando señales de emisión de otras fuentes de distancia espacial y terrestre según se desee en realizaciones particulares. Además, La unidad receptora 302 puede estar configurada con una unidad de medición inercial (IMU) implementada, por ejemplo, como un dispositivo de sistema microelectromecánico (MEMS) para proporcionar una protección de congestiónamiento.

La unidad receptora 302 también puede implementarse en cualquier configuración deseada según sea apropiado para aplicaciones particulares. Por ejemplo, en diversas realizaciones, la unidad receptora 302 puede implementarse como un teléfono celular, un receptor de iGPS, un dispositivo de navegación portátil, un dispositivo de navegación basado en el vehículo, un dispositivo de navegación basado en la aeronave, u otro tipo de dispositivo. En una realización, la posición de la unidad receptora 302 puede corresponder a la posición de un usuario.

Haciendo referencia a la Fig. 1A, se muestra un diagrama de bloques funcional de unidad receptora 302 de acuerdo a una realización de la divulgación. La unidad receptora 302 incluye una antena de múltiples frecuencias 3020 adaptada para recibir señales satelitales 3010 de uno o más satélites. La antena 3020 también puede adaptarse para recibir señales de la red 308 de la Fig. 1, por ejemplo. La antena 3020 está acoplada a uno o más filtros de preselección 3030, un amplificador 3040 y un convertidor A/D 3050. El sintetizador 3070 recibe una señal del oscilador de cristal controlado por temperatura (TCXO) 3080, y es acoplado al convertidor A/D 3050, dispositivo inercial 3085 y la computadora 3060, que comprende una memoria y un procesador (no mostrado). Los correladores del sistema pueden ser implementados por el procesador. La computadora 3060 recibe las mediciones aproximadas del dispositivo inercial 3085 así como la entrada de sintetizador 3070 y el convertidor A/D 3050 para producir una salida de la posición, altitud, y tiempo 3090. La tasa de muestreo del convertidor A/D 3050 puede determinarse adecuadamente de tal manera que Unidad receptora 302 puede reducir en frecuencia a la banda base todas las bandas de interés.

En operación, de acuerdo a una o más realizaciones, en las ubicaciones donde la unidad receptora 302 está ocluida o atascada y no puede recibir la señal 309 (por ejemplo, señal de GPS) del satélite 306, la unidad receptora 302 puede enviar un mensaje a la red 308 solicitando asistencia. La red 308 determina entonces la información auxiliar adicional. La unidad receptora 302 a continuación, utiliza la señal 307, que comprende la información auxiliar adicional obtenida a través de la red 308 en combinación con la señal 305 recibida del satélite 304, que comprende una señal de temporización de precisión, para alinear sus correladores del sistema para mejorar la recepción de la señal 309 (por ejemplo señal de GPS) del satélite 306 y, por tanto, ser capaz de realizar la navegación, incluso en entornos ocluidos o congestionados.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 2, se proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para obtener transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite de acuerdo a una realización de la presente invención. En una realización, la Fig. 2 puede implementarse para su uso con el sistema de navegación 300 de la Fig. 1, pero también puede implementarse para su uso con otros sistemas o aplicaciones, tales como la sincronización de red. La señal 305 recibida del satélite 304 (como se muestra en la Fig. 1) permite la localización cuando se combina con la señal 307, que comprende Información auxiliar adicional. La información auxiliar adicional puede ser entregada a la unidad receptora 302 a través de la red 308.

En el bloque 350, la unidad receptora 302 recibe la señal 305, que comprende una señal de temporización de precisión, del satélite 304. La señal de temporización de precisión es recibida como un código bien definido que se repite periódicamente desde el satélite 304. Se apreciará que un código bien definido puede incluir cualquier número de códigos, por ejemplo, un código pseudoaleatorio. En un ejemplo, un satélite Iridium puede emitir un código pseudoaleatorio que se repite aproximadamente cada 23 segundos. Otras implementaciones pueden incluir una estructura de código alternante. Por ejemplo, en una tal aplicación, un código de temporización común puede ser seguido por un código pseudoaleatorio. En esta implementación, el código de temporización común puede comprender un segmento de repetición de frecuencia portadora pura que puede ser detectado fácilmente por la unidad receptora 302 para su uso con diversas operaciones, tales como determinar el desplazamiento Doppler. El código pseudoaleatorio en esta implementación se puede utilizar para determinar el tiempo absoluto de alta precisión, pero puede ser más difícil para la unidad receptora 302 detectarlo que el código de temporización común. En este sentido, el código de temporización común puede ser utilizado por la unidad receptora 302 para determinar de manera eficiente los tiempos aproximados en los que se espera que el código pseudoaleatorio sea recibido.

En diversas realizaciones, no se requiere que la señal 305 recibida del satélite 304 incluya información detallada de navegación y sólo una emisión de la señal 305 de uno solo de los satélites 304 puede ser utilizada para iniciar la técnica auxiliar. Además, la precisión horaria de la señal 305 puede ser suficientemente degradada del rendimiento

típico del satélite GPS, pero es suficiente la precisión en el orden de 10 microsegundos. En un ejemplo, la unidad receptora 302 puede operar en un entorno atenuado o ocluida (por ejemplo, en el interior), donde la unidad receptora 302 es capaz de recibir la señal 305 del satélite 304, pero no puede recibir la señal 309 del satélite 306 debido a la menor potencia de la señal 309 y la atenuación del entorno. Para satélites Iridium, por ejemplo, la estructura del código pseudoaleatorio repetible permite que la unidad receptora 302 ajuste el código pseudoaleatorio incluso en entornos fuertemente atenuados hasta aproximadamente 45 dB de atenuación en la antena, es decir, aproximadamente 15 dB más allá de donde la mayoría de los receptores de GPS no reciben. La unidad receptora 302 también puede operar, por ejemplo, en entornos donde la señal 309 está potencialmente congestionada por una señal de competencia en un escenario comercial, o cuando la señal 309 se ha congestionado intencionalmente por un enemigo en, por ejemplo, un escenario militar.

En el bloque 352, la fase de temporización relativa del código (también referida como "n" o "fase de código" más adelante) de la señal 305 del satélite 304 es determinada por la unidad receptora 302 utilizando correlación de baja velocidad de datos. Por ejemplo, la unidad receptora 302 puede ser usada para ajustar el código de la señal de tiempo de precisión distinta del GPS de alta potencia proporcionada por la señal 305 y determinar la fase de temporización dentro de menos de aproximadamente 3 microsegundos.

En el bloque 354, la unidad receptora 302 recibe la señal 307, que incluye información auxiliar adicional a través de la red 308. Alternativamente, la información auxiliar adicional puede ser recibida del satélite 304 en el caso en que, por ejemplo, la unidad receptora 302 se está moviendo dentro y fuera de los entornos atenuados. En general, la tasa de actualización de la información auxiliar adicional es más bien baja y podría, en principio, ser almacenada durante 24 horas o más. En una realización, la información auxiliar adicional puede comprender: la hora de inicio de las emisiones de código, la frecuencia esperada de las transmisiones de sincronización, un modelo de órbitas satelitales distintas del GPS, e información de corrección de desvío de tiempo que pueden mejorar la fidelidad de la señal de temporización de precisión recibida del satélite 304 como se describe en el bloque 350. Además, el tiempo aproximado (por ejemplo, dentro de varios segundos de precisión) puede ser proporcionado a través de la red 308 o por un reloj local de la unidad receptora 302.

En el bloque 356, la fase de temporización del código se convierte en tiempo absoluto preciso mediante la combinación de la fase de temporización del código con la información auxiliar adicional que puede ser recibida a través de la red 308 de acuerdo a, por ejemplo la ecuación 406 que se describirá más abajo.

Ahora se describe una señal de estructura de transferencia de tiempo de un satélite de órbita terrestre baja (LEO) de acuerdo a una realización de la presente invención. La estructura de transferencia de tiempo puede implementarse para su uso en el sistema de navegación 300 de la Fig. 1 de acuerdo a una realización, pero también se puede utilizar en otros sistemas o aplicaciones, tales como la sincronización de red. En esta realización, el satélite 304 se implementa con un satélite Iridium. Se apreciará que aunque se ilustra la señal de transferencia de tiempo para un satélite Iridium, la descripción de este documento puede ser modificada según sea apropiado para otros sistemas satelitales. La señal 305 puede comprender ciclos de memoria intermedia de 10K 402 que son transmitidos repetidamente por cada satélite 304. Cada ciclo de memoria intermedia de 10K puede ser igual a 9984 bytes, o 72872 bits, o 256 mensajes, o 46,08 segundos. Hay 1875 ciclos de memoria intermedia por día. También se ilustra una trama de mensaje 404 (también referido como un mensaje), que puede ser igual a 312 bits o 8.28 milisegundos por ráfaga. Otros bits pueden ser predefinidos por el satélite 304. Los 312 bits de la trama del mensaje 404 son generalmente bits de carga útil donde las comunicaciones, por ejemplo, las llamadas telefónicas, se producen con una actualización de voz cada 90 milisegundos. Cada trama se repite cada 0,18 Segundos y todos los bits se pueden utilizar para detectar el borde de la trama del mensaje 404. Una ráfaga puede estar desplazada por un "intervalo de tiempo" especificado dentro de la trama de mensaje 404.

Si, por ejemplo, un código pseudoaleatorio es de 312 bits, hay una memoria intermedia llena con 256 mensajes. En este ejemplo, cada mensaje tiene su propio código pseudoaleatorio de manera que no se confunde con otros códigos. El código pseudoaleatorio puede repetirse aproximadamente cada 20-40 segundos. Un pseudoaleatorio código sencillo conocido (u otro código) se puede emplear para distinguir entre los 256 mensajes y proporcionar ganancia de procesamiento significativa. En una realización, se puede realizar la alternación entre un código sencillo aproximado (por ejemplo, que promueve la detección de la frecuencia portadora) y un código pseudoaleatorio más preciso (por ejemplo, que permite la alineación de tiempo más precisa).

En un ejemplo, la unidad receptora 302 se puede usar para determinar qué hora es. Una memoria intermedia se carga y comienza la transmisión. La unidad receptora 302 sintoniza en la frecuencia correcta y encuentra bits de la trama de banda L. La unidad receptora 302 encuentra un código que coincide con un mensaje de orden n de la memoria intermedia. Sin embargo, esto no le dice qué hora es, sólo que es el mensaje de orden n (o la "fase de código" del código de repetición).

La información de fase de temporización y la información auxiliar adicional como se describe en los bloques 352 y 354 de la Fig. 2 pueden combinarse como se indica en el bloque 356 de la Fig. 2 para formar una ecuación para obtener el tiempo absoluto preciso como en el siguiente ejemplo, con respecto a la realización de la Fig. 3, donde ecuación 406 se utiliza para determinar el tiempo. En la ecuación 406, se supone que se repiten 256 mensajes únicos cada 46,08 segundos:

Tiempo = hora de inicio 12:00am + (N-1)*46,08 segundos + (n-1) * 0,18 segundos + Desvío de tiempo + Distancia/C (velocidad de la luz)

5 Aquí, una hora de inicio conocida de la reproducción de memoria intermedia del satélite 304, que puede suministrarse a través de enlace de datos, puede ser 12:00am en una fecha definida, como se ilustra en la ecuación 406 de la Fig. 3. "N" (también referido como "ciclo de memoria intermedia actual") es el número de veces que el bloque de código pseudoaleatorio de 256 mensajes se ha repetido desde la hora de inicio. En una realización, "N" puede estar determinada por un reloj local de la unidad receptora 302 con una precisión de alrededor de menos de 10 segundos. Si el mensaje transmite a las 12:00 am, por ejemplo, y la unidad receptora 302 tiene un reloj sincronizado a la red 308, la unidad receptora 302 puede determinar el ciclo de memoria intermedia actual "N". Es decir, la unidad receptora 302 ayuda a resolver el número "N" en base a unas determinadas variables conocidas.

10 "n" es el código de fase dentro de la secuencia de repetición. En el ejemplo de la ecuación 406, un mensaje de tiempo se reproduce cada 0,18 segundos y comprende 256 mensajes pseudoaleatorios únicos. Después, el código pseudoaleatorio se repite desde el principio. Por lo tanto, "n" es un número entre 1 y 256. "n" se mide desde el satélite 304 utilizando, por ejemplo, el código pseudoaleatorio, y tiene una precisión de menos de 10 microsegundos.

15 Si la unidad receptora 302 conoce qué mensaje es recibido, entonces la fase de código "n" puede determinarse. La unidad receptora 302 puede realizar una correlación para determinar qué mensaje se recibió incluso en presencia de ruido. Por ejemplo, si el ruido está presente, bits aleatorios pueden ser recibidos, entonces el mensaje, entonces los bits aleatorios de nuevo. Por lo tanto, el mensaje puede estar dañado por el ruido y puede incluir valores de bits corruptos. Suponiendo que un mensaje largo es enviado, por ejemplo, un mensaje de 1000 de bits, los bits se pueden comparar con los bits recibidos. Si, por ejemplo 980 bits son correctos, entonces los próximos 1000 bits se comparan, y así sucesivamente hasta que se alcanza un pico. Un pico se alcanza cuando el número de bits correctos es mayor que el número promedio. En el ejemplo de envío de un mensaje de 1000 bits, si el pico es, por ejemplo, 600, entonces se determina que ese es el mensaje correcto. Por lo tanto, el mensaje es recibido y estadísticamente determinado en presencia de ruido en un momento particular. Un procedimiento para determinar la fase el código "n" de una señal satelital recibida se describirá en la Fig. 3A más abajo de acuerdo de una realización.

20 La "desviación de tiempo" puede representar cualquier desviación de temporización en el sistema 300, por ejemplo, y puede compensar los errores medidos en el reloj del satélite 304 y/o cambios de intervalo de tiempo conocidos en la secuencia de transmisión. Los intervalos de tiempo pueden ser proporcionados por el satélite 304, o pueden ser medidos por una estación de referencia, o pueden ser fijos o predecibles como parte del servicio. En el ejemplo de la Fig. 3, la trama de mensaje de Iridium de 90 milisegundos puede ser dividida en intervalos de tiempo. Como se muestra en la Fig. 3, las ráfagas pueden producirse y pueden ser compensadas por un intervalo de tiempo especificado en la trama de mensaje. La unidad receptora 302 puede saber qué ranura de tiempo utilizar a través de la red 308. La red 308 proporciona información básica, tal como la frecuencia de transmisión, es decir, la sub-banda de la transmisión, que cambia con frecuencia en función de, por ejemplo, la frecuencia de radiodifusión y/o otros factores.

25 "Distancia" representa la distancia entre el satélite 304 y la unidad receptora 302, y se calcula utilizando un modelo de órbita de satélite 304 que puede ser entregado a través de enlace de datos, el conocimiento adecuadamente preciso de la posición de la unidad receptora 302, y la hora aproximada (como una entrada a un modelo de órbita de satélite). En una realización, para obtener una precisión dentro de aproximadamente 10 microsegundos, la estimación de distancia debe tener una precisión de alrededor de 3000 m, lo que puede significar cerca de 20.000 m de precisión horizontal en el suelo. Este nivel de posicionamiento se puede conseguir fácilmente, por ejemplo, a través de técnicas de red celular. Además, se pueden emplear procedimientos de cobertura de haz simples para determinar la posición de la unidad receptora 302 en base al conocimiento del haz satelital distinto de GPS en el que el usuario está actualmente situado y el antecedente de tiempo de haz reciente. También se pueden emplear adecuadamente otros numerosos procedimientos de posicionamiento aproximado. En una realización, la información de órbita satelital (efemérides) para el satélite 304 incluye información tal como la ubicación de satélite 304 dentro de una constelación de satélites en diferentes puntos en el tiempo y otra información que puede ser utilizada por la unidad receptora 302 para obtener con precisión los valores del reloj desde el satélite 304. En esta realización, la red 308 puede determinar fácilmente la ubicación de la unidad receptora 302 (o el usuario) dentro de menos de un kilómetro. La distancia puede tener una precisión de alrededor de 3 kilómetros. El tiempo aproximado de la unidad receptora 302 se puede utilizar con la información de órbita para determinar la ubicación del satélite 304. Después de que se determina la distancia del satélite 304, se divide por la velocidad de la luz (también conocida como "C").

30 La Fig. 3A muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para determinar la fase de código de una señal satelital recibida de acuerdo a una realización. La Fig. 3A es un ejemplo en la que el satélite 304 comprende un satélite Iridium. En el bloque 2010, una señal que comprende datos puede ser recibida de un satélite Iridium y recolectada en la banda de frecuencia Iridium completa con una unidad receptora que tiene una antena apropiada, un amplificador y un convertidor reductor de frecuencia (como se muestra en la Fig. 1A). En el bloque 2020, los datos recibidos pueden ser reducidos de frecuencia, por ejemplo, por 1.606 MHz, y los datos pueden ser muestreados, por ejemplo, en 50 muestras por segundo.

35 En el bloque 2030, los datos muestreados pueden ser captados y almacenados en la memoria en bloques

apropiados, por ejemplo, en los bloques de segmentos de un segundo.

En el bloque 2040, se lleva a cabo una búsqueda de adquisición aproximada de los datos muestreados. En este ejemplo, pueden seleccionarse aproximadamente 9 ms de datos para el procesamiento detallado. Se puede estimar el Doppler de los datos capturados utilizando un modelo de órbita conocido y un tiempo estimado. Los datos pueden ser demodulados digitalmente con funciones seno y coseno en base a una conocida sub-banda de frecuencia (o estimación) y acceso. La demodulación también incluye la frecuencia Doppler estimada. Los datos pueden entonces ser remuestreados por un factor de, por ejemplo, aproximadamente 111. Una transformada rápida de Fourier (FFT) puede ser utilizada en los datos remuestreados para determinar el pico más alto y la frecuencia asociada. Cabe señalar que la frecuencia asociada se puede usar para mejorar además la demodulación en la siguiente iteración. La demodulación, en general, daría un resultado DC, sin embargo, las estimaciones de Doppler imperfectas generalmente generan una componente de baja frecuencia. A continuación, puede considerarse el siguiente bloque de 1 milisegundo de datos muestreados y se puede repetir el proceso.

En el bloque 2050, los datos procesados son analizados en cuanto a picos que realizan comprobaciones de coherencia. Por ejemplo, los picos deben estar separados por "n" * 90 milisegundos.

En el bloque 2060, una vez que los picos son examinados, se puede realizar la adquisición fina en la ubicación del pico aproximado + 180 milisegundos - 0,5 * ventana. La ventana representa el intervalo en el tiempo donde se espera que se encuentre el código. Por ejemplo, los datos recibidos se pueden correlacionar contra los 128 mensajes distintos de cero en el código; el pico de correlación más alto puede entonces ser registrado; y la etapa de tiempo puede ser incrementada en un cierto número de microsegundos. Este proceso se puede repetir durante la duración de la ventana.

En el bloque 2070, la fase de código puede ser determinada por la unidad receptora cuando los datos fueron capturados sabiendo qué mensaje generó el mejor pico y conociendo el tiempo relativo.

Una vez que se determina el código de fase, el tiempo absoluto preciso puede determinarse como describe más arriba con respecto a la ecuación 406 de la Fig. 3.

Después de que se calcula el tiempo absoluto preciso de acuerdo a las técnicas que se describen más arriba de acuerdo a una o más realizaciones, el tiempo absoluto preciso puede ser utilizado en numerosas aplicaciones tal como la sincronización de red o como una ayuda para un sistema de posicionamiento tal como GPS.

En la realización auxiliar de posicionamiento, el tiempo absoluto preciso determinado como se describe más arriba puede ser empleado para "enfocar" o alinear correladores de la unidad receptora 302, por ejemplo un receptor GPS. En este caso, un receptor GPS puede tener numerosos correladores de posicionamiento paralelo del sistema que, al estar suficientemente alineados en el tiempo (por ejemplo, utilizando las técnicas descritas en el presente documento), pueden ser capaces de bloquear una señal 309, por ejemplo una señal de GPS, desde el satélite 306, por ejemplo un satélite GPS, incluso en un entorno congestionado o atenuado.

La unidad receptora 302 también puede compensar el desplazamiento Doppler, que se refiere a un cambio en la frecuencia de las ondas emitidas producido por el movimiento de una fuente de emisión respecto a un observador. A medida que el satélite se mueve a través del cielo, la frecuencia de transmisión de señales satelitales cambia. Al utilizar su conocimiento del tiempo, la unidad receptora 302 puede predecir y compensar el desplazamiento Doppler de tal manera que la frecuencia correcta puede ser adquirida. En una realización, el desplazamiento Doppler se puede calcular por la siguiente ecuación:

$$\text{Doppler} = \text{asa de distancia} = C \times \text{frecuencia normal de transmisión}$$

Como se debatió anteriormente, la distancia al satélite 304 es la distancia entre las ubicaciones de la unidad receptora 302 y el satélite 304. La tasa de distancia es una función de la distancia y el tiempo no muy diferente de por ejemplo, la medición de la velocidad en base a la distancia recorrida entre dos diferentes puntos en el tiempo. Por último, en la ecuación de Doppler anterior, la frecuencia nominal de transmisión para un satélite Iridium, por ejemplo, puede ser del orden de 1,6 GHz. "C" se refiere a la velocidad de la luz.

La red 308 proporciona información satelital así como información presintonizada para las señales de manera tal que se produce el desplazamiento Doppler, las señales cambian para estar en sintonía en consecuencia.

El perfil Doppler del satélite 304 también puede ayudar en la determinación de la información de temporización. La unidad receptora 302 puede controlar varias señales 305 recibidas del satélite 304 en el tiempo. Al determinar el desplazamiento Doppler que se produce a medida que el satélite 304 se mueve arriba, la unidad receptora 302 puede obtener una determinación precisa de la posición de la unidad receptora 302 y la información de tiempo. Por lo tanto, con referencia de nuevo a la ecuación 406 en la Fig. 3, la estimación de la ubicación de la unidad receptora 302 puede llevarse a cabo haciendo referencia al perfil Doppler del satélite 304.

Por lo tanto, en las realizaciones que se describen más arriba, el tiempo absoluto preciso de acuerdo a la ecuación 406 puede ser transportado a la unidad receptora 302, donde existe una red de tierra (por ejemplo, la red 308) para

soportar una red espacial (por ejemplo, una o más de los satélites 304 y/o 306).

En otras realizaciones, que se describirán con más detalle con respecto a la Fig. 3B a continuación, el tiempo absoluto preciso puede conseguirse en ausencia de la información auxiliar adicional proporcionada como se describe más arriba utilizando, por ejemplo, la señal de estructura de ráfaga de banda L nativa de un satélite Iridium. En diversas realizaciones, el satélite 304 puede ser un satélite LEO tal como Iridium y el satélite 306 puede ser un satélite GPS. En tales realizaciones, se sabe que un satélite Iridium utiliza frecuencias de acuerdo a una estructura de banda L de 1610 MHz a 1625 MHz. Las portadoras GPS también están en la banda L, centradas en frecuencias de 1176,45 MHz (L5), 1227,60 MHz (L2), 1381,05 MHz (L3), y 1575,42 MHz (L1). Debido a la proximidad entre las frecuencias Iridium y GPS, la unidad receptora 302 es capaz de recibir señales juntas de ambos sistemas de satélite, sistemas de satélite Iridium y GPS, sin la necesidad de una antena adicional.

Cada satélite Iridium mantiene un reloj interno que se supervisa y se mantiene con una precisión dentro de 10 microsegundos con respecto al tiempo universal coordinado (UTC, Fr. Temps Universel Coordonné, también conocido como Hora media de Greenwich o tiempo Zulu) sin la sincronización del reloj. Por lo tanto, las señales de banda L proporcionadas por satélites Iridium pueden estar vinculadas con precisión a la hora UTC dentro de aproximadamente 10 microsegundos. Las señales Iridium de banda L están estructuradas con 90 tramas de milisegundos. Por lo tanto, mediante la determinación de los bordes de las tramas de la banda L de señales satelitales Iridium, se puede obtener información de temporización precisa.

Ahora haciendo referencia a la Fig. 3B, se proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ejecutar transferencia de tiempo y navegación en entornos atenuados o congestionados de acuerdo a una realización de la presente invención. El procedimiento que se ilustra en la Fig. 3B puede implementarse con el sistema de navegación de la Fig. 1, excepto que en esta realización, la información auxiliar adicional proporcionada a través de la red 308 no está disponible.

En el bloque 502, la estructura de trama difundida de la señal 305 (por ejemplo, cuando es implementada por señales satelitales Iridium de banda L) desde el satélite 304 es detectada por la unidad receptora 302. Incluso sin un código bien definido o refinado, es posible que la unidad receptora 302 detecte la trama de la banda L de las señales de transmisión Iridium. Debido a que en esta realización, se supone que la información auxiliar adicional no está disponible desde la red 308, la unidad receptora 302 prepara conjeturas o estimaciones sucesivas de tiempo absoluto. Con el conocimiento previo suficiente el número de estimaciones de tiempo a menudo se puede unir a un número razonable. Por ejemplo, dentro de 100 tramas de la estructura de trama Iridium hay un segundo de GPS que se alinea.

Por lo tanto, el número de estimaciones o conjeturas de tiempo se puede reducir a 100 veces.

En el bloque 504, una vez que se producen las estimaciones sucesivas, un reloj local de la unidad receptora 302 está alineado con la estructura de trama de la señal 305 del satélite 304.

En el bloque 506, se generan múltiples estimaciones de tiempo que están separadas respectivamente de acuerdo las señales de estructura de trama en las que al menos una estimación de tiempo se alinea con la señal 309 del satélite 306.

En el bloque 508, la estimación de tiempos puede proporcionarse para igualar los correladores de la unidad receptora 302. Los correladores paralelos entonces son alineados de acuerdo a las estimaciones de tiempo.

En el bloque 510, la estimación de tiempo que está alineada con la señal 309 del satélite 306 es identificada y proporciona información auxiliar a la unidad receptora 302. Esta información auxiliar mejora significativamente la capacidad de la unidad receptora 302 para detectar eficientemente la señal 309 del satélite 306. es decir, como se debatió anteriormente de acuerdo a una realización donde se utiliza un satélite Iridium para implementar el satélite 304, es posible aprovechar numerosas llamadas telefónicas paralelas, por ejemplo, para determinar el borde de trama de la estructura de trama de la señal satelital. En este ejemplo, Iridium tiene una estructura de trama de 90 milisegundos. Cada 100 tramas, hay un correspondiente segundo de GPS que se alinea con los mismos. Por lo tanto, simplemente conociendo el borde de trama, el procesamiento de GPS mejora significativamente, ya que es más fácil obtener información auxiliar al tratar 100 tramas que tratando un número infinito de estimaciones.

Los sistemas y procedimientos que se describen más arriba con respecto a las Figs. 1-3B para obtener un tiempo absoluto preciso de acuerdo a una o más realizaciones pueden utilizarse para facilitar la navegación en interiores inicializando instantáneamente un examen de una estación de red inalámbrica (por ejemplo, un transmisor-receptor de WiFi, un dispositivo compatible con WiFi, un dispositivo compatible con 802.11, u otro dispositivo inalámbrico). De acuerdo a una o más realizaciones, mediante la utilización del tiempo absoluto preciso que se describe más arriba, las estaciones de red inalámbrica (por ejemplo, puntos de Internet y/o otros tipos de estaciones de red inalámbrica) pueden actuar como balizas de posicionamiento (con una ubicación examinada) para la unidad receptora 302. Como resultado, un usuario itinerante de la unidad receptora 302 puede desplazarse en entornos interiores.

La Fig. 4 proporciona un sistema de navegación de autoformación 300a que utiliza satélites para permitir la localización de la estación de red inalámbrica de acuerdo a una realización de la presente invención. En la Fig. 4,

- una unidad receptora 302a puede configurarse para recibir señales de distancia 701, 703, y 705, que pueden comprender información auxiliar de las estaciones de red inalámbrica 702, 704, y 706. Cada estación de red inalámbrica 702, 704, y 706 está en comunicación de señal con la red 708 y también recibe señales de distancia y tiempo de precisión 710 del satélite 304a. En una realización, la posición de una unidad receptora 302a puede corresponder a la posición de un usuario itinerante.
- 5
- Se apreciará que las estaciones de red inalámbrica 702, 704 y 706 pueden incluir transmisores-receptores de WiFi así como otros dispositivos de estaciones de red inalámbrica, configuraciones, y/o redes. Además, la red 708 puede incluir Internet u otras redes apropiadas tal como redes celulares o redes de TV.
- Haciendo referencia a la Fig. 5, se proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ejecutar geolocalización mediante la integración de señales satelitales y señales de la estación de red inalámbrica de acuerdo a una realización de la presente invención. El diagrama de flujo de la Fig. 5 puede implementarse para su uso en el sistema de navegación de la Fig. 4. En esta realización, las señales satelitales de, por ejemplo, satélites Iridium y satélites GPS pueden integrarse con WiFi o señales de tipo 802.11.
- 10
- En el bloque 802, la unidad receptora 302a recibe señales de código de tiempo absoluto preciso 710 en forma de un código repetible tal como un código pseudoaleatorio transmitido desde el satélite 304a, por ejemplo un satélite LEO (como se describe más arriba de acuerdo a una o más realizaciones con respecto a las Figs. 1-3B).
- 15
- En el bloque 804, unidad receptora 302a recibe información auxiliar a través de la estación de red inalámbrica 702, 704, y/o 706.
- En el bloque 806, las señales de código de temporización absoluta precisa 710 se utilizan con la información auxiliar de la estación de red inalámbrica 702, 704, y/o 706 para determinar el tiempo absoluto preciso dentro de la exactitud de varios microsegundos.
- 20
- En el bloque 808, los correladores del sistema de la unidad receptora 302a, por ejemplo, correladores de GPS, son alineados utilizando el tiempo absoluto preciso para facilitar el posicionamiento, por ejemplo posicionamiento de GPS, en entornos ocluidos.
- 25
- En el bloque 810, la unidad receptora 302a examina las ubicaciones de las estaciones de red inalámbrica 702, 704, y 706 utilizando la información de posicionamiento determinada mediante la utilización del tiempo absoluto preciso.
- En el bloque 812, la unidad receptora 302a recibe información de ubicación de las estaciones de red inalámbrica 702, 704, y 706, que es transmitida en un código de distancia.
- 30
- En el bloque 814, la unidad receptora 302a ejecuta geolocalización absoluta mediante la combinación de información de posicionamiento e información de distancia de una o más de las estaciones de red inalámbrica 702, 704, y 706.
- En una realización, una posición de usuario itinerante (por ejemplo, una posición de unidad receptora 302a), si se desea, puede ser informada a través de las estaciones de red inalámbrica 702, 704, y 706 y por lo tanto facilitar el rastreo del usuario.
- 35
- La Fig. 6 proporciona un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para ejecutar geolocalización mediante la integración de señales satelitales y señales de la red inalámbrica de acuerdo a otras realizaciones de la presente invención. El diagrama de flujo de la Fig. 6 puede implementarse para su uso en el sistema de navegación de la Fig. 4. En esta realización, el posicionamiento de las estaciones de red inalámbrica que actúan como balizas también puede lograrse mediante la integración de, por ejemplo, señales satelitales de Iridium (solamente) y señales de tipo WiFi o 802.11 (con tiempos de integración mayores).
- 40
- Se apreciará que el procedimiento que se describe más arriba con respecto a la Figure 5 en los bloques 802-806 puede utilizarse en esta realización para determinar el tiempo absoluto preciso dentro de una exactitud de varios microsegundos. Una vez que se determina un tiempo absoluto, en el bloque 910 de la Fig. 6, los correladores del sistema de la unidad receptora 302a se alienan utilizando el tiempo absoluto para facilitar el posicionamiento en entornos ocluidos.
- 45
- En el bloque 912, la unidad receptora 302 mide un código de distancia satelital (por ejemplo, un código de distancia de GPS Iridium) para múltiples satélites en el tiempo.
- En el bloque 914, suponiendo que las estaciones de red inalámbrica 702, 704, y 706 son estacionarias, el código de distancia se combina con la información satelital tal como información de órbita y señales de tiempo.
- 50
- En el bloque 916, la unidad receptora 302a computa el posicionamiento utilizando multilateración mediante la integración de múltiples pasos satelitales (por ejemplo Iridium) en forma iterativa.
- En el bloque 918, las ubicaciones de los transmisores-receptores de WiFi 702, 704, y 706 son examinadas utilizando la información de posicionamiento.

En el bloque 920, unidad receptora 302a recibe la información en las ubicaciones de los transmisores-receptores de WiFi 702, 704, y 706, que es transmitida en un código de distancia.

En el bloque 922, la unidad receptora 302a ejecuta geolocalización absoluta mediante la combinación de información de posicionamiento e información de distancia de uno o más transmisores-receptores de WiFi 702, 704, y 706.

- 5 De acuerdo a una realización, una posición de usuario itinerante (si se desea) puede informarse a través de la red inalámbrica y por lo tanto facilitar el rastreo del usuario.

10 Para determinar la distancia, por ejemplo, puede determinarse el tiempo diferencial de arribo. Los transmisores-receptores de WiFi pueden enviar un mensaje a la unidad receptora 302a, por ejemplo, un teléfono o una computadora, y tan pronto como éste es recibido se envía un mensaje de nuevo a los transmisores-receptores de WiFi. El período de procesamiento de la computadora o teléfono es conocido. Los transmisores-receptores de WiFi conocen cuanto tiempo le toma a la unidad receptora 302a responder de nuevo a los transmisores-receptores de WiFi. De ese modo, el tiempo diferencial de arribo (DTOA) puede calcularse y sería igual al período de procesamiento de la unidad receptora más el tiempo necesario para que el mensaje vuelva a los transmisores-receptores de Wi-Fi.

15 En su caso, varias formas de realización proporcionadas por la presente divulgación pueden ser implementadas utilizando hardware, software, o combinaciones de hardware y software. También en su caso, los diversos componentes de hardware y/ o componentes de software expresados en este documento se pueden combinar en componentes compuestos que comprenden software, hardware y/o ambos sin apartarse del espíritu de la presente descripción. En su caso, los diversos componentes de software y/o componentes de hardware expresados en este documento se pueden separar en sub-componentes que comprenden software, hardware, o ambos, sin apartarse del espíritu de la presente descripción. Además, en su caso, se contempla que los componentes de software pueden implementarse como componentes de hardware, y viceversa.

25 El software de acuerdo con la presente descripción, tal como código de programa y/o datos, puede almacenarse en una o más medios legibles por computadora. También se contempla que el software identifica en este documento puede implementarse utilizando una o más computadoras y/o sistemas de propósito específico o propósito general, en red y/o de otra manera. En su caso, el orden de las diversas etapas descritas en este documento se puede cambiar, se puede combinar en etapas compuestas, y/o separar en sub-etapas para proporcionar las características descritas en este documento.

30 Las realizaciones que se describen más arriba ilustran, pero no limitan la invención. También debe entenderse que numerosas modificaciones y variaciones son posibles de acuerdo con los principios de la presente invención. En consecuencia, el alcance de la invención está definido solamente por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para obtener transferencia de tiempo absoluto preciso desde un satélite, comprendiendo el procedimiento que comprende:
- 5 recibir (350) una señal de temporización de precisión desde un primer satélite (304), en la que la señal de temporización de precisión comprende un código de repetición periódica;
- determinar (352) una fase de temporización del código;
- recibir (354) información auxiliar adicional, en la que recibir información auxiliar adicional comprende recibir la información auxiliar adicional a través de una red;
- 10 utilizar (356) la fase de temporización y la información auxiliar adicional para determinar un tiempo absoluto preciso; y
- utilizar la información auxiliar adicional y el tiempo absoluto preciso para alinear en el tiempo correladores de posicionamiento de una unidad receptora para determinar una señal de posicionamiento desde un segundo satélite (306) en un entorno atenuado o congestionado;
- en el que el primer satélite es un Satélite de órbita terrestre baja "LEO".
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la red es una red celular, una red WiFi, o una red de Internet.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el código alterna entre un código de temporización común y un código pseudoaleatorio.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el segundo satélite es un satélite de Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la información auxiliar adicional es información de órbita asociada al satélite, un tiempo aproximado dentro de aproximadamente 5 segundos, un intervalo aproximado entre el satélite y una unidad receptora dentro de aproximadamente 3000 metros, o información de desplazamiento de tiempo asociada a un reloj del satélite; o la información auxiliar adicional es de un perfil Doppler del satélite.
- 25 6. Una unidad receptora (302) adaptada para su uso en entornos atenuados o congestionados que comprende:
- una antena adaptada para recibir una señal de temporización de precisión desde un primer satélite (304) y recibir información auxiliar adicional, en la que recibir información auxiliar adicional comprende recibir la información auxiliar adicional a través de una red, y en la que la señal de temporización de precisión comprende un código de repetición periódica;
- 30 un procesador; y
- una memoria adaptada para almacenar una pluralidad de instrucciones legibles por computadora que cuando son ejecutadas por el procesador se adaptan para hacer que la unidad receptora:
- determine una fase de temporización del código, y
- use la fase de temporización y la información auxiliar adicional para determinar un tiempo absoluto preciso; y
- 35 correladores del sistema adaptados para estar alineados en el tiempo en base a la información auxiliar adicional y el tiempo absoluto preciso para ejecutar la navegación en base a una señal de posicionamiento recibida desde un segundo satélite (306);
- en la que el primer satélite es un Satélite de órbita terrestre baja "LEO".
- 40 7. La unidad receptora (302) de la reivindicación 6, en la que los correladores del sistema son implementados por el procesador.
8. La unidad receptora (302) de la reivindicación 6, en la que la red es una red celular, una red WiFi, o una red de Internet.
9. La unidad receptora (302) de la reivindicación 6, en la que el código alterna entre un código de temporización común y un código pseudoaleatorio.
- 45 10. La unidad receptora (302) de la reivindicación 6, en la que la unidad receptora es un teléfono celular, un dispositivo de navegación portátil, un dispositivo de navegación basado en el vehículo, o un dispositivo de navegación basado en la aeronave.

11. La unidad receptora (302) de la reivindicación 6, en la que la señal de temporización de precisión además comprende datos y en la que determinar la fase de temporización del código además comprende:

recibir los datos en una banda de frecuencia del satélite;

reducir en frecuencia y muestrear los datos recibidos;

5 captar y almacenar los datos muestreados en bloques apropiados;

realizar una búsqueda de adquisición común de los datos muestreados;

detectar picos en los datos muestreados;

realizar una búsqueda de adquisición fina en una ubicación de un pico detectado determinado a partir de la búsqueda de adquisición común de manera que se determine un mejor pico;

10 determinar la fase de temporización del código en base a un mensaje identificado que generó el mejor pico y tiempo relativo.

12. La unidad receptora (302) de la reivindicación 11, en la que la ejecución de la búsqueda de adquisición común de los datos muestreados además comprende:

seleccionar una porción de los datos muestreados para el procesamiento detallado;

15 estimar Doppler de la porción de los datos muestreados utilizando un modelo de órbita conocido y tiempo estimado;

demodular digitalmente la porción de los datos muestreados con funciones de seno y coseno en base a una sub-banda de frecuencia conocida;

remuestrear la porción de los datos muestreados;

20 aplicar una transformada rápida de Fourier a la porción remuestreada de los datos muestreados de modo que se determinen un pico más alto y la frecuencia asociada;

continuar a una siguiente porción de los datos muestreados y repetir el procesamiento detallado.

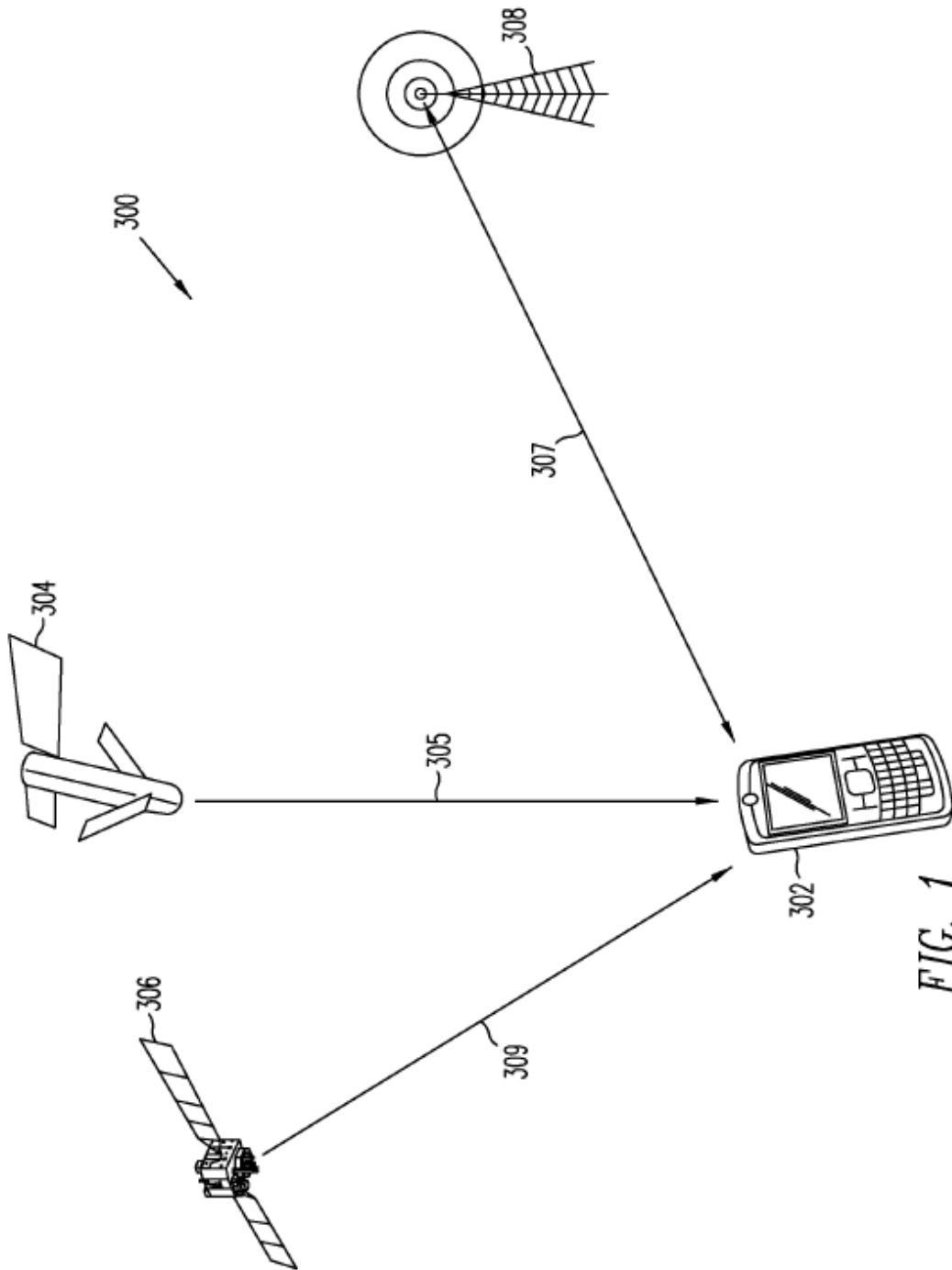


FIG. 1

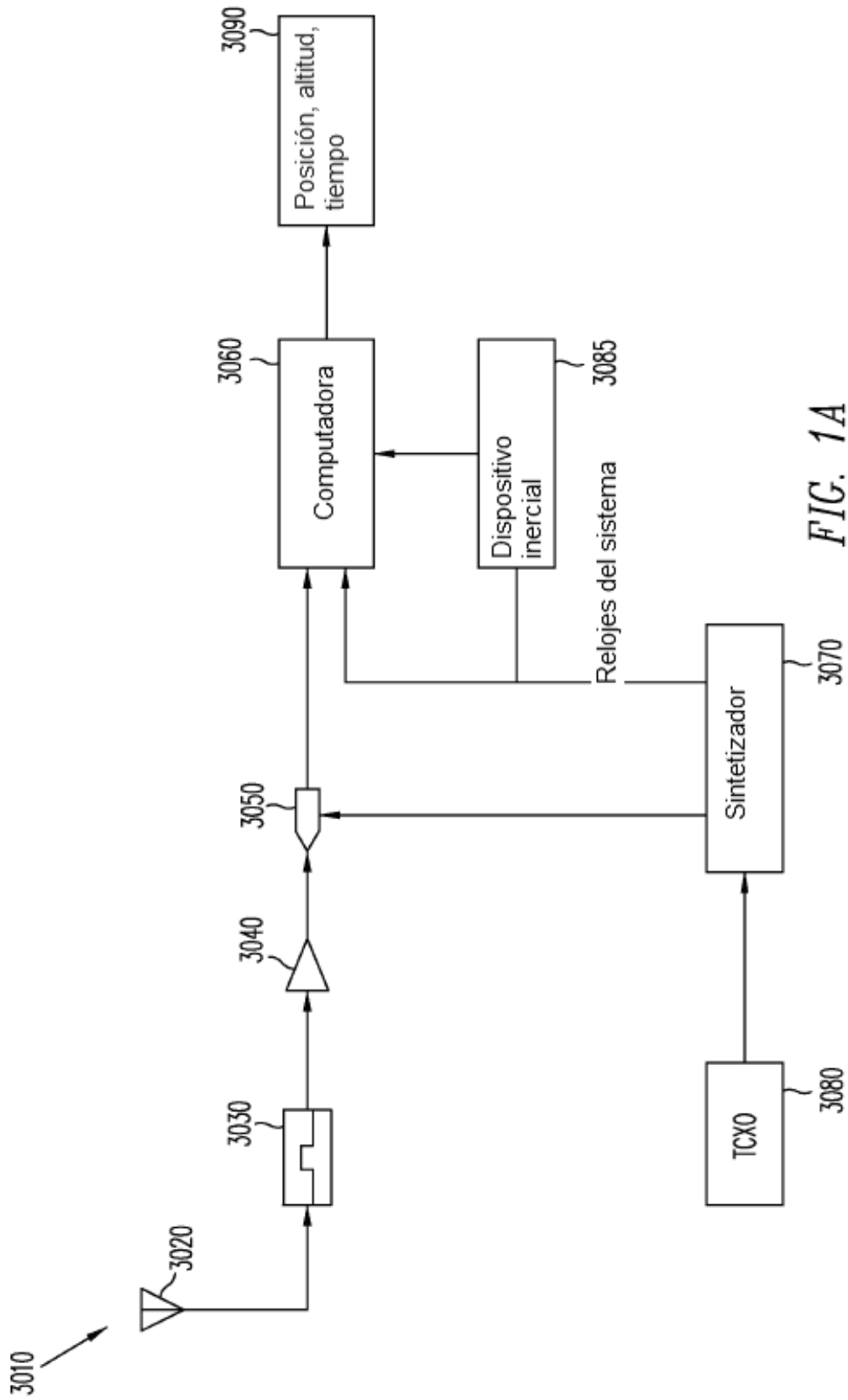
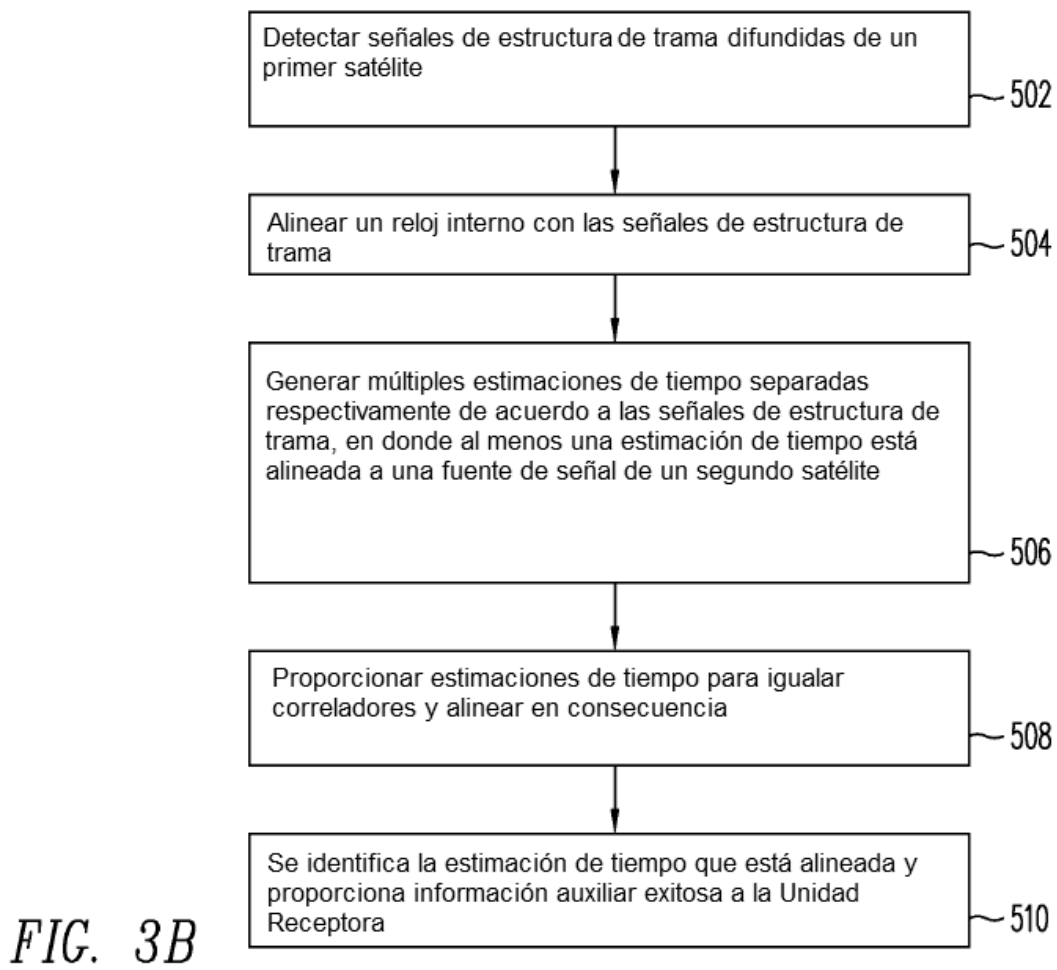
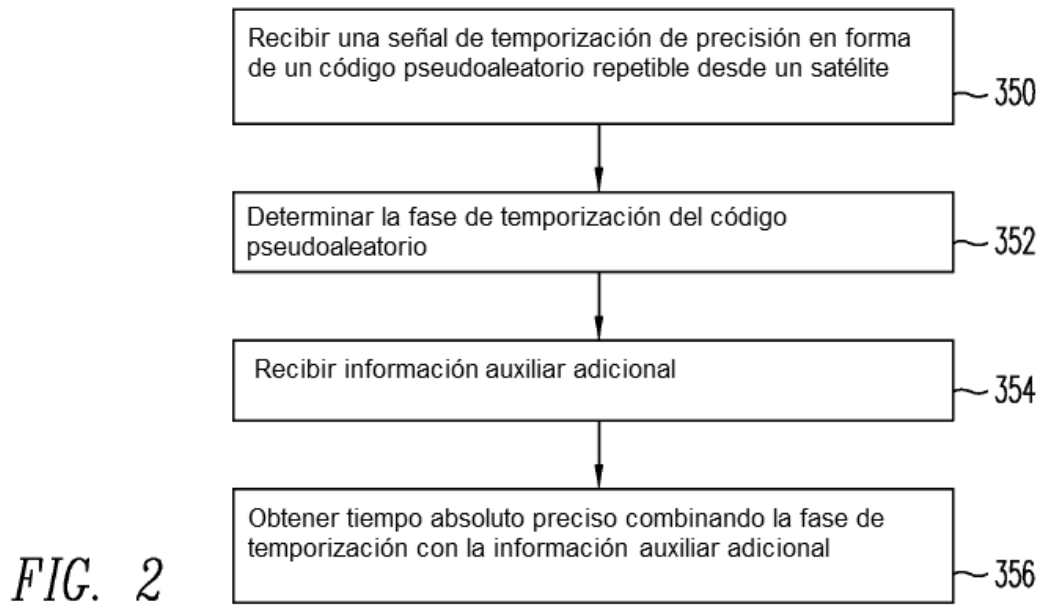


FIG. 1A



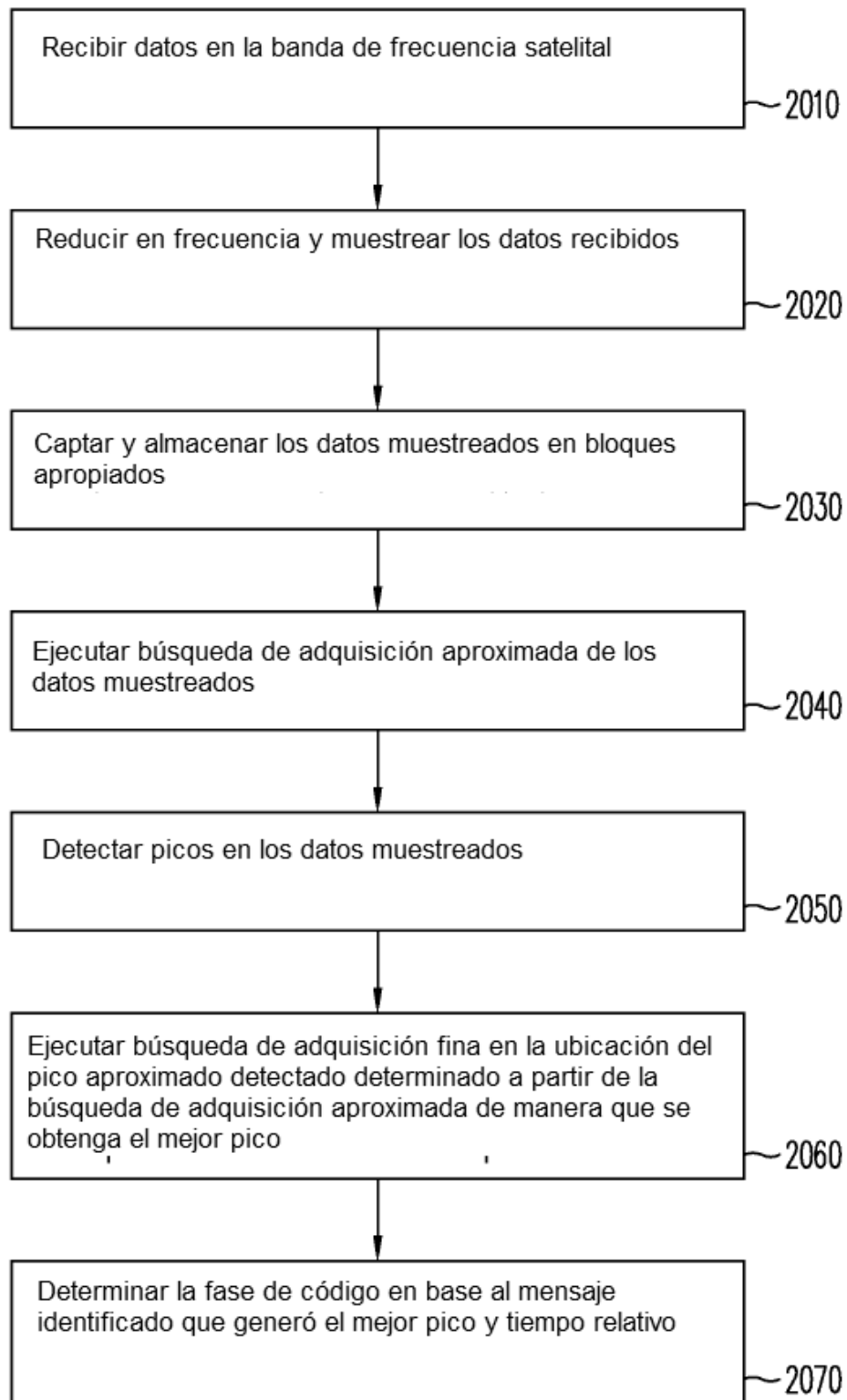


FIG. 3A

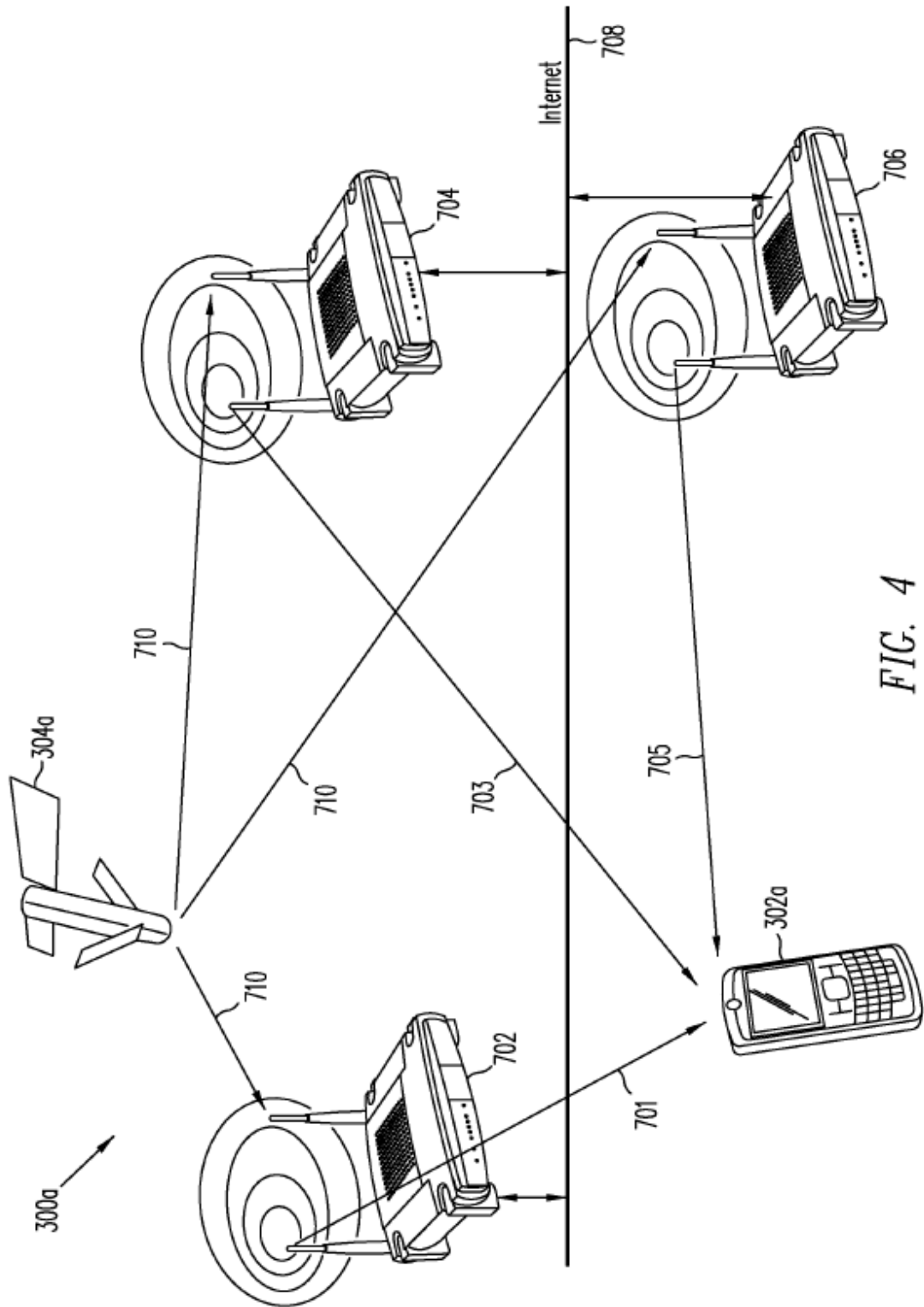


FIG. 4

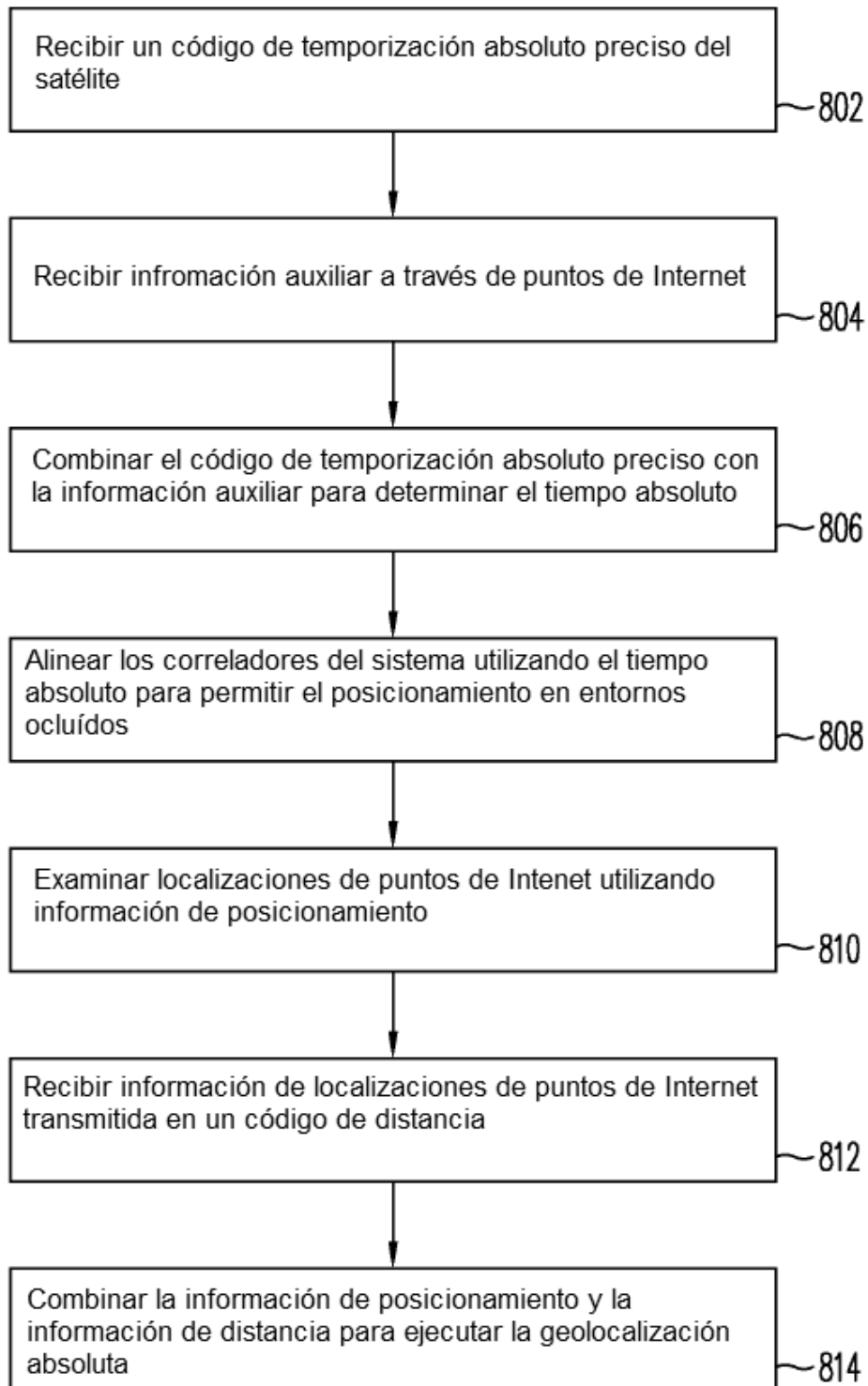


FIG. 5

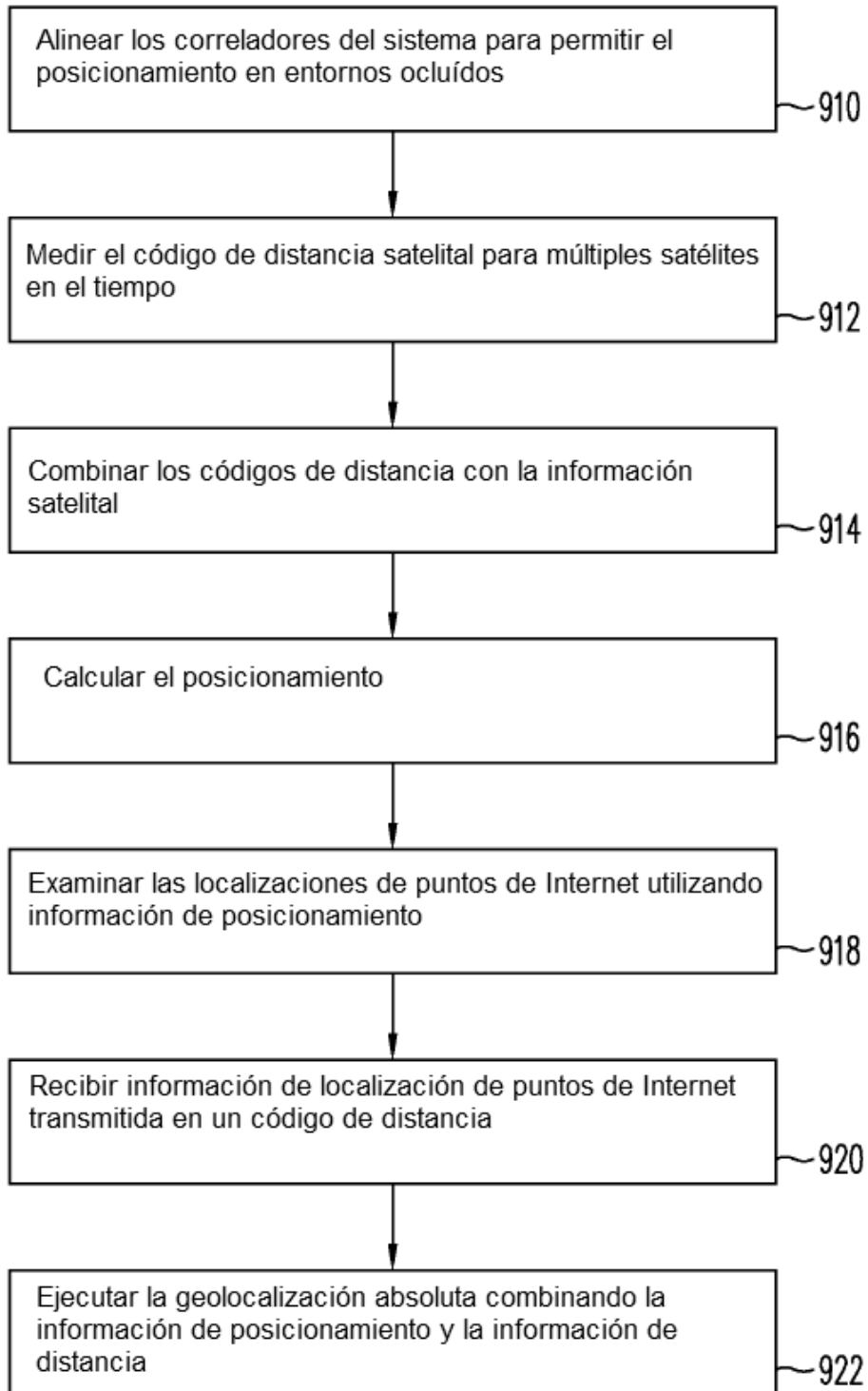


FIG. 6