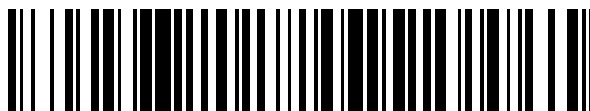


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 511 190**

51 Int. Cl.:

G01S 5/02 (2010.01)

G01S 5/14 (2006.01)

H04W 64/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2009 E 12008413 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.07.2014 EP 2600165**

54 Título: **Determinación de posición inalámbrica usando las mediciones ajustadas del tiempo de ida y vuelta**

30 Prioridad:

21.11.2008 US 116996 P

21.11.2008 US 117055 P

19.11.2009 US 622289

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

22.10.2014

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

AGGARWAL, ALOK;

NAGUIB, AYMAN FAWZY;

SRIDHARA, VINAY y

DAS, SAUMITRA MOHAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 511 190 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

Determinación de posición inalámbrica usando las mediciones ajustadas del tiempo de ida y vuelta

Campo de la revelación

5 Los aspectos de la presente revelación se refieren, en general, a sistemas de comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a procedimientos de determinación de posición mejorada y aparatos para su uso con y/o por los dispositivos móviles inalámbricos

Antecedentes

10 Las redes de comunicaciones móviles están en el proceso de ofrecer capacidades cada vez más sofisticadas asociadas con el movimiento y/o la localización de la posición de un dispositivo móvil. Nuevas aplicaciones de software, tales como, por ejemplo, las relacionadas con la productividad del personal, las comunicaciones colaborativas, la conexión en redes sociales, y/o la adquisición de datos, pueden usar los sensores de movimiento y/o de posición para proporcionar nuevas características y servicios a los clientes. Además, algunos requisitos regulatorios de diversas jurisdicciones pueden requerir que un operador de red informe de la localización de un dispositivo móvil cuando el dispositivo móvil realiza una llamada a un servicio de emergencia, tal como una llamada al 911 en los Estados Unidos.

15 En las redes celulares digitales convencionales, la capacidad de localización de posición se puede proporcionar por diversas técnicas de medición del tiempo y/o la fase. Por ejemplo, en las redes CDMA, un enfoque de determinación de la posición usado es la Trilateración de Enlaces Directos Avanzada (AFLT). Usando la AFLT un dispositivo móvil puede calcular su posición a partir de las mediciones de fase de las señales piloto transmitidas desde una pluralidad de estaciones base. Se ha realizado mejoras a la AFLT usando técnicas de localización de posición híbridas, donde la estación móvil puede emplear un receptor del Sistema de Posicionamiento por Satélite (SPS). El receptor de SPS puede proporcionar información de posición independiente de la información derivada de las señales transmitidas por las estaciones base. Además, la precisión de la posición se puede mejorar combinando mediciones derivadas de ambos sistemas SPS y AFLT, usando técnicas convencionales.

20 Sin embargo, las técnicas de localización de la posición convencionales basadas en señales proporcionadas por el SPS y/o las estaciones base celulares pueden encontrar dificultades cuando el dispositivo móvil está operando dentro de un edificio y/o dentro de entornos urbanos. En tales situaciones, la reflexión y la refracción de las señales, las multirayectorias, y/o la atenuación de la señal pueden reducir significativamente la precisión de la posición y pueden ralentizar el "tiempo de fijación" a periodos de tiempo inaceptablemente largos. Estos inconvenientes se pueden superar teniendo los dispositivos móviles señales de explotación desde otras redes inalámbricas existentes, tales como la red Wi-Fi (por ejemplo, las normativas IEEE 802.11x) para deducir información de posición. Las técnicas de determinación de posición convencionales usadas en otras redes inalámbricas existentes pueden usar las mediciones del tiempo de ida y vuelta (RTT) derivadas de las señales usadas dentro de estas redes.

25 El uso de las técnicas de medición de RTT para determinar con precisión la posición usualmente involucra el conocimiento de los tiempos de retardo incurridos por las señales inalámbricas cuando se propagan a través de diversos dispositivos de red que comprenden la red. Tales retardos pueden ser variables, espacialmente debido a, por ejemplo, multirayectorias y/o interferencias de señal. Además, tales retardos de procesamiento pueden cambiar con el tiempo en base al tipo de dispositivo de red y/o la carga de la conexión en red actual del dispositivo de red. En la práctica, cuando se emplean técnicas de posicionamiento RTT convencionales, la estimación de los tiempos de retardo del procesamiento puede involucrar cambios hardware en los puntos de acceso inalámbricos, y/o las huellas de radiación anteriores al despliegue y/o la calibración del entorno operativo que emplean tiempo.

30 Por consiguiente, puede ser deseable implementar diversos modelos, solos o en combinación, que aprovechen las propiedades de las señales inalámbricas (tales como, por ejemplo, el RTT, la intensidad de la señal, etc.) que pueden mejorar la determinación de la posición al tiempo que evitan costosos esfuerzos anteriores al despliegue y/o cambios en la infraestructura de red.

35 Se llama la atención sobre el documento WO 2007/056738 A2 que describe técnicas para el posicionamiento de los puntos de acceso y terminales en las redes WLAN y otras redes inalámbricas. Para el posicionamiento de los puntos de acceso, las mediciones se obtienen para al menos un punto de acceso en una WLAN. Las mediciones se pueden basar en secuencias de transmisión (por ejemplo, tramas de baliza) transmitidas periódicamente por cada uno de los puntos de acceso. Las mediciones se pueden realizar por múltiples terminales en diferentes localizaciones o un único terminal móvil en localizaciones diferentes. La localización de cada uno de los puntos de acceso se determina en base a las mediciones y localizaciones conocidas de los terminales. Para el posicionamiento de los terminales, se obtienen las mediciones para al menos un punto de acceso en una WLAN. La localización del terminal se determina en base a las mediciones y la localización conocida de cada uno de los puntos de acceso. Las mediciones pueden ser las mediciones del tiempo de ida y vuelta (RTT), las mediciones de las diferencias de tiempo observadas (OTD), las mediciones del tiempo de llegada (TOA), las mediciones de la intensidad de la señal, las mediciones de la calidad de la señal, etc.

Además se llama la atención sobre el documento US 2004/235499 A1 que describe un sistema y un procedimiento para realización de la fluctuación y posicionamiento usando el procedimiento para la transmisión y recepción de paquetes entre un transmisión y un receptor. Un primer conjunto de radio transmite paquetes a un segundo conjunto de radio como un receptor. El segundo conjunto de radio devuelve los paquetes sin fallo después de un lapso de tiempo (desde la detección de los paquetes) lo que corresponde a un múltiplo entero de una unidad de tiempo prescrita. El primer conjunto de radio cuenta, usando su contador, el tiempo que ha transcurrido desde su transmisión de paquetes a su detección de paquetes procedentes del segundo conjunto de radio. El resto de tiempo, contado de este modo después de restar el tiempo empleado por el segundo conjunto de radio desde la detección del paquete a la devolución del paquete y el tiempo de procesamiento del primer conjunto de radio propiamente se convierte a la distancia de propagación entre el primer conjunto de radio y el segundo conjunto de radio como un receptor.

También se llama la atención sobre un artículo de MACCRADY D y otros titulado "Mobile Ranging With Low Accuracy Clocks" RADIO AND WIRELESS CONFERENCE, 1999, RAWCON 99. 1999 IEEE DENVER, CO, USA del 1 al 4 de agosto de 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US LNKD - DOI: 10.1109 / RAWCON, 1999.810937, del 1 de agosto de 1999 (01-08-1999), páginas 85 - 88, XP010365195 ISBN: 978-0-7803-5454-8. En dicho artículo, los autores abordan una técnica de localización de la posición que proporciona información de localización dentro de milisegundos y se integra en un sistema portátil, de comunicaciones de espectro difundido de secuencia directa (DSSS). Los autores usan una forma de onda de DSSS normalizada, con una tasa de segmentación del estado de la técnica para proporcionar una capacidad de localización de la posición con una precisión de menos de un metro en entornos multitrayectoria severos. Los autores usan una técnica de medición del tiempo de llegada (TOA) de dos trayectorias (con relojes de 1 ppm) que elimina la necesidad de sincronizar los relojes de radio maestro y de referencia. Varias técnicas mejoran el TOA y por lo tanto la precisión de la distancia. Un bucle de retorno calibra el retardo interno del sistema.

La diversidad de frecuencias ortogonaliza las multitrayectorias con respecto a la trayectoria directa y dirigiendo el ajuste de la curva de borde de la trayectoria directa se reduce el efecto de las multitrayectorias. Las aplicaciones incluyen la localización de soldados, bomberos, policía y personal médico y recursos.

Se llama la atención además sobre un artículo de MAO y otros titulado "Wireless sensor network localization techniques" REDES DE ORDENADORES, EDITORES ELSEVIER SCIENCE B.V., AMSTERDAM, NL, LNKD-DOI: 10.1016/J. COM-NET. 2006.11.018, volumen 51, nº 10, del 6 de mayo de 2007 (06-05-2007), páginas 2529 - 2553, XP 022063022 ISSN: 1389 - 1286. En dicho artículo, los autores describen que la localización de redes de sensores inalámbricos es un área importante que atrajo un interés significativo de investigación. Este interés se espera que aumente más con la proliferación de las aplicaciones de redes de sensores inalámbricos. Este documento proporciona una visión general de las técnicas de medición en la localización de redes de sensores y los algoritmos de localización de un salto basados en estas mediciones. Se presenta una investigación detallada basada en la conectividad multi-salto y los algoritmos de localización basados en la distancia. Se proporciona una lista de problemas abiertos de investigación en el área de la localización de redes de sensores basada en la distancia con discusión sobre posibles enfoques para los mismos.

Sumario

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan un procedimiento y un aparato, como se definen en las reivindicaciones independientes, respectivamente. Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Las realizaciones ejemplares de la invención se dirigen a aparatos y procedimientos para determinar de forma inalámbrica la posición de una estación móvil. En una realización, un procedimiento puede incluir la medición del tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, y estimar una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y un tiempo de procesamiento inicial asociado con cada uno de los puntos de acceso inalámbrico. El procedimiento puede incluir adicionalmente la estimación de una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a una información suplementaria, combinando la primera y la segunda estimaciones de distancias a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos y calcular la posición de la estación móvil en base a las estimaciones de distancias combinadas.

En otra realización, se presenta un aparato para la determinación de la posición inalámbrica. El aparato puede incluir un transceptor inalámbrico, un procesador acoplado al transceptor inalámbrico y una memoria acoplada al procesador. La memoria puede almacenar instrucciones ejecutables y datos para causar que el procesador mida un tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, estimar una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y un tiempo de procesamiento inicial asociado con cada uno de los puntos de acceso inalámbrico, estimar una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la información suplementaria, combinar la primera y segunda estimaciones de distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos y calcular la posición de la estación móvil en base a las estimaciones de distancias combinadas.

5 En otra realización adicional, se presenta un procedimiento para la determinación de forma inalámbrica de una posición de una estación móvil usando señales proporcionadas por una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos. El procedimiento puede incluir la medición de una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a un modelo de señales inalámbricas y calcular una posición de la estación móvil en base a la distancia medida. El procedimiento puede incluir además determinar una distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil, actualizando el modelo de señal inalámbrica en base a las distancias medidas y calculadas a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos y determinar si el modelo de señal inalámbrica ha convergido.

10 En otra realización adicional, se presenta un aparato para la determinación de la posición inalámbrica de una estación móvil usando señales proporcionadas por una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos. El aparato puede incluir un transceptor inalámbrico, un procesador acoplado con el transceptor inalámbrico y una memoria acoplada con el procesador. La memoria puede almacenar instrucciones ejecutables y datos para causar que el procesador mida una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a un modelo de señal inalámbrica, calcular una posición de la estación móvil en base a la distancia medida, determinar una distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil, actualizar el modelo de señales inalámbricas en base a las distancias medidas y calculadas a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos y determinar si el modelo de señales inalámbricas ha convergido.

20 En otra realización adicional, un procedimiento para la determinación de forma inalámbrica de una posición de una estación móvil puede incluir medir un tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos y estimar un tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos. El procedimiento puede incluir además calcular la posición de la estación móvil en base a los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados, y actualizar el tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil.

25 En otra realización adicional, un aparato para determinar de forma inalámbrica la posición de una estación móvil puede incluir un transceptor inalámbrico, un procesador acoplado al transceptor inalámbrico, y una memoria acoplada al procesador. La memoria puede almacenar instrucciones ejecutables y datos para causar que el procesador mida un tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, estimar un tiempo inicial de procesamiento para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos, calcular la posición de la estación móvil en base a los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados y actualizar el tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil.

35 Diversas realizaciones se pueden beneficiar de tener puntos de acceso inalámbricos que no requieran el conocimiento de sus tiempos de procesamiento y/o requieran la provisión de esta información a las estaciones móviles usando balizas, paquetes fluctuantes y/o tablas de búsqueda. Tales ventajas pueden reducir la carga sobre los fabricantes de puntos de acceso inalámbricos, lo que puede evitar modificaciones de su hardware y /o protocolos. Además, diversas realizaciones pueden permitir reducir la complejidad de mantener una base de datos central de valores de los tiempos de procesamiento para los diferentes fabricantes de puntos de acceso inalámbrico.

Breve descripción de los dibujos

40 Los dibujos adjuntos se presentan para ayudar en la descripción de las realizaciones de la invención y se proporcionan solamente para ilustración de las realizaciones y no para limitación de las mismas.

La FIG. 1 es un diagrama de un entorno de operación ejemplar para una estación móvil consistente con las realizaciones de la revelación.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra diversos componentes de una estación móvil ejemplar.

45 La FIG. 3 es un diagrama que ilustra una técnica ejemplar para la determinación de la posición de una estación móvil usando información obtenida a partir de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos.

La FIG. 4 es un diagrama que muestra temporizaciones ejemplares dentro de un tiempo de ida y vuelta (RTT) que ocurre durante una petición de exploración inalámbrica y una respuesta.

50 La FIG. 5 es un gráfico que ilustra una relación ejemplar de una indicación de la intensidad de señal recibida (RSSI) y la distancia entre una estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento ejemplar para combinar los modelos de señal inalámbrica para mejorar la determinación de posición de una estación móvil.

55 La FIG. 7 es un diagrama de flujo de otra realización del procedimiento ilustrado en la FIG. 6, donde las distancias en base a la intensidad de la señal medida (RSSI) y el RTT se pueden combinar para mejorar la posición de la estación móvil.

La FIG. 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar para mejorar de forma adaptativa un modelo de señal inalámbrica.

La FIG. 9 es un gráfico de modelos de fluctuación ejemplar usados para determinar la distancia entre una estación móvil y un punto de acceso inalámbrico en base a la RSSI.

60 La FIG. 10 es un diagrama de un entorno de interior ejemplar que se puede modelar para mejorar las

estimaciones de la distancia entre los puntos de acceso inalámbrico y una estación móvil en base a la RSSI.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que ilustra otro procedimiento ejemplar que usa ambos modelos de fluctuación de RSSI y RTT para la determinación de la posición, en el que el modelo de RTT es un modelo adaptativo.

5 **Descripción detallada**

En la siguiente descripción y en los dibujos relacionados dirigidos a las realizaciones específicas de la invención se desvelan aspectos de la invención. Se pueden idear realizaciones alternativas sin apartarse del ámbito de la invención. Adicionalmente, no se describirán en detalle aspectos bien conocidos de la invención o se omitirán de modo que no se oscurezcan los detalles relevantes de la invención.

10 La palabra "ejemplar" se usa en este documento para significar "que sirve como ejemplo, caso o ilustración". Cualquier realización descrita en este documento como "ejemplar" no está necesariamente construida como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones. Del mismo modo, el término "realizaciones de la invención" no requiere que todas las realizaciones de la invención incluyan la característica, ventaja, o modo de operación tratado.

15 La terminología usada en este documento es solo con el fin de describir realizaciones particulares y no se pretende limitar las realizaciones de la invención. Como se usan en este documento, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" pretenden incluir también las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye" y/o "incluyendo, cuando se usan en este documento, especifican la presencia de características establecidas, números enteros, etapas, operaciones, elementos, y/o componentes, pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

20 Además, muchas realizaciones se describen en los términos de secuencias de acciones a realizar, por ejemplo, los elementos de un dispositivo de computación. Se reconocerá que diversas acciones descritas en este documento se pueden realizar por circuitos específicos (por ejemplo, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC)), por instrucciones de programa que se ejecutan por uno o más procesadores, o por una combinación de ambos.

25 Adicionalmente, estas secuencias de acciones descritas en este documento se puede considerar que se incorporan completamente dentro de cualquier forma de medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenadas en el mismo un conjunto correspondiente de instrucciones de ordenador que cuando se ejecutan causarán que un procesador asociado realice la funcionalidad descrita en este documento. De este modo los diversos aspectos de la invención se pueden incorporar en varias formas diferentes, todas las cuales se ha contemplado que están dentro del ámbito del tema objeto reivindicado. Además, para cada una de las realizaciones descritas en ese documento, la forma correspondiente de cualesquiera de tales realizaciones se puede describir en este documento como, por ejemplo, "lógica configurada para" realizar la acción descrita.

30 La FIG. 1 es un diagrama de un entorno de operación ejemplar 100 para una estación móvil 108. Las realizaciones de la invención se dirigen a una estación móvil 108 que puede usar una combinación de modelos de fluctuación y/o para la determinación de la posición. Otras realizaciones pueden cambiar adaptativamente los modelos de fluctuación, tales como, por ejemplo, usando mediciones de tiempos de ida y vuelta (RTT) que se ajustan para acomodarse a los retardos de procesamiento introducidos por los puntos de acceso inalámbricos. Los retardos de procesamiento pueden variar entre los diferentes puntos de acceso y también pueden cambiar con el tiempo. Usando información suplementaria, tal como, por ejemplo, una indicación de la intensidad de señal recibida (RSSI), la estación base puede determinar la posición y/o calibrar los efectos de los retardos de procesamiento introducidos por los puntos de acceso inalámbricos usando técnicas iterativas.

35 El entorno de operación 100 puede contener uno o más tipos diferentes de sistemas de comunicaciones inalámbricos y/o sistemas de posicionamiento inalámbricos. En la realización mostrada en la Fig. 1, se puede usar un Sistema de Posicionamiento por Satélite (SPS) 102 como una fuente independiente de información de la posición para la estación móvil 108. La estación móvil 108 puede incluir uno o más receptores de SPS dedicados diseñados específicamente para recibir señales para deducir la información de geo-localización desde los satélites de SPS.

40 El entorno de operación 100 también puede incluir una pluralidad de uno o más tipos de Puntos de Acceso Inalámbricos de la Red de Área Ancha (WAN - WAP) 104, que se pueden usar para la comunicación inalámbrica de voz y/o datos, y como otra fuente de información de posición independiente para la estación móvil 108. Los WAN - WAP 104 pueden ser parte de una red inalámbrica de área ancha (WWAN), que puede incluir las estaciones base celulares en localizaciones conocidas, y/u otros sistemas inalámbricos de área ancha, tales como, por ejemplo WiMAX (por ejemplo, 802.16). La WWAN puede incluir otros componentes de red conocidos que no se muestran en la FIG. 1 por simplicidad. Usualmente, cada WAN - WAP 104a - 104c dentro de la WWAN pueden operar desde posiciones fijas, y proporcionar cobertura de red sobre grandes áreas metropolitanas y/o regionales.

45 El entorno de operación 100 puede incluir además Puntos de Acceso Inalámbricos de la Red de Área Local (LAN - WAP) 106, que se pueden usar para comunicaciones inalámbricas de voz y/o datos, así como otra fuente independiente de datos de posición. Los LAN - WAP pueden ser parte de una Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), que puede operar en edificios y realizar comunicaciones sobre regiones geográficas más pequeñas que

una WWAN. Tales LAN - WAP 106 pueden ser parte de, por ejemplo, redes WiFi (802.11 x), pico-redes celulares y/o femtocélulas, Redes de Bluetooth, etc.

La estación móvil 108 puede deducir información de posición a partir de uno cualquiera o una combinación de los satélites de SPS 102, los WAN - WAP 104, y/o los LAN - WAP 106. Cada uno de los sistemas mencionados anteriormente puede proporcionar una estimación independiente de la posición para la estación móvil 108 usando diferentes técnicas. En algunas realizaciones, la estación móvil puede combinar las soluciones derivadas desde cada uno de los diferentes tipos de puntos de acceso para mejorar la precisión de los datos de posición.

Cuando se deduce la posición usando el SPS 102, la estación móvil puede usar un receptor diseñado específicamente para su uso con el SPS que extrae la posición, usando técnicas convencionales, a partir de una pluralidad de señales transmitidas por los satélites del SPS 102. El procedimiento y el aparato descritos en ese documento se pueden usar con diversos sistemas de posicionamiento de satélites que usualmente incluyen un sistema de transmisores posicionados para posibilitar a las entidades determinar su localización sobre o por encima de la Tierra en base, al menos en parte, a las señales recibidas desde los transmisores. Tal transmisor usualmente transmite una señal marcada con un código de repetición de ruido pseudo aleatorio (PN) de un conjunto de varios elementos y pueden estar localizados sobre estaciones de control basadas en tierra, el equipo de usuario y/o vehículos espaciales. En un ejemplo particular, tales transmisores pueden estar localizados en vehículos de satélite que orbitan la Tierra (SV). Por ejemplo, un SV en una constelación del Sistema de Satélites de Navegación Global (GNSS) tales como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Galileo, Glonass o Compass pueden transmitir una señal marcada con un código PN que es distinguible de los códigos PN transmitidos por otros SV en la constelación (por ejemplo, usando diferentes códigos PN para cada satélite como en el GPS o usando el mismo código sobre diferentes frecuencias como en Glonass). De acuerdo con ciertos aspectos, las técnicas presentadas en este documento no se restringen a sistemas globales (por ejemplo, el GNSS) para el SPS. Por ejemplo, las técnicas proporcionadas en este documento se pueden aplicar a o de otro modo habilitar para su uso en diversos sistemas regionales, tales como, por ejemplo, el Sistema de Satélites Quasi Cenital (QZSS) sobre Japón, el Sistema de Satélites de Navegación Regional Indio (IRNSS) sobre India, Beidou sobre China, etc., y/o diversos sistemas de aumento (por ejemplo, un Sistema de Aumento Basado en Satélites (SBAS)) que puede estar asociado con o de otro modo habilitado para su uso con uno o más sistemas de satélite de navegación regional. A modo de ejemplo pero no de limitación, un SBAS puede incluir un sistema de aumento que proporciona información de integridad, correcciones diferenciales, etc. tales como por ejemplo, el Sistema de Aumento de Área Ancha (WAAS), el Servicio de Cobertura de Navegación Geostacionario Europeo (EGNOS), el Sistema de Aumento de Satélites Multifuncional (MSAS), la Navegación Aumentada Geo asistida por GPS o GPS o el sistema de Navegación Aumentada GPS y Geo (GAGAN) y/o similares. De este modo, como se usa en este documento un SPS puede incluir cualquier combinación de uno o más sistemas de navegación por satélites global y/o regional y/o sistemas de aumento, y las señales de SPS pueden incluir SPS, similares a SPS, y/u otras señales asociadas con tal uno o más SPS.

Además, el procedimiento y el aparato desvelados se pueden usar con sistemas de determinación de posicionamiento que usan seudolitos o una combinación de satélites y seudolitos. Los seudolitos son transmisores basados en tierra que difunden un código PN u otro código variable (similar a la señal de GPS o una señal celular de CDMA) modulada sobre una señal portadora de banda L (u otra frecuencia), que puede estar sincronizada con el tiempo de GPS. Cada uno de tales transmisores puede estar asignado a un código PN único de modo que permite la identificación por un receptor remoto. Los seudolitos son útiles en situaciones donde las señales GPS de un satélite en órbita podrían no estar disponibles, tal como en túneles, minas, edificios, cañones urbanos u otras áreas cerradas. Otra implementación de seudolitos es conocida como radiobalizas. El término "satélite" como se usa en este documento, pretende incluir los seudolitos, los equivalentes de los seudolitos y posiblemente otros. El término "señales SPS", como se usa en este documento, pretende incluir señales como las de SPS de seudolitos o equivalentes de seudolitos.

Cuando se deduce la posición a partir de la WWAN, cada una de los WAN - WAP 104a - 104c puede tomar la forma de estaciones base dentro de una red celular digital, y la estación móvil 108 puede incluir un transceptor celular y un procesador que pueden aprovechar las señales de la estación base para deducir su posición. Se debería entender que la red celular digital puede incluir estaciones base adicionales u otros recursos mostrados en la FIG. 1. Aunque los WAN - WAP pueden realmente ser móviles o de otro modo, capaces de relocalizarse, para fines de ilustración se asumirá que están dispuestas esencialmente en una posición fija.

La estación móvil 108 puede realizar la determinación de la posición usando técnicas conocidas del tiempo de llegada tales como, por ejemplo, la Trilaterización del Enlace Directo Avanzada (AFLT). En otras realizaciones cada WAN - WAP 104a - 104 c puede tener la forma de una estación base inalámbrica conectada a una red WiMax. En este caso, la estación móvil 108 puede determinar su posición usando las técnicas del tiempo de llegada (TOA) a partir de señales proporcionadas por los WAN - WAP 104. La estación móvil 108 puede determinar las posiciones bien en un modo independiente, o usando la asistencia de un servidor de posicionamiento 110 y la red 112 que usa las técnicas TOA, como se describirá con más detalle más adelante. Obsérvese que las realizaciones de la revelación incluyen tener la estación móvil 108 que determinar la información de posición usando los WAN - WAP 104 que son de tipos diferentes. Por ejemplo, algunos WAN - WAP 104, pueden ser estaciones base celulares, y otros WAN - WAP pueden ser estaciones base WiMax. En tal entorno de operación, la estación móvil 108 puede ser capaz de aprovechar las señales desde cada uno de los tipos diferentes de WAN - WAP, y combinar adicionalmente

las soluciones de la posición deducida para mejorar la precisión.

5 Cuando se deduce la posición usando la WLAN, la estación móvil 108 puede usar las técnicas del tiempo de llegada con la asistencia del servidor de posicionamiento 110 y la red 112. El servidor de posicionamiento 110 puede comunicar con la estación móvil a través de la red 112. La red 112 puede incluir una combinación de redes cableadas e inalámbricas que incorporan los LAN - WAP 106. En una realización, cada uno de los LAN - WAP 106a - 106e pueden ser, por ejemplo, un punto de acceso inalámbrico WiFi, que no necesariamente está fijado en una posición fija y puede cambiar de localización. La posición de cada LAN - WAP 106a - 106e se puede almacenar en el servidor de posicionamiento 110 en un sistema de coordenadas común. En una realización, la posición de la estación móvil 108 se puede determinar teniendo la estación móvil 108 señales de recepción desde cada LAN - WAP 106a - 106e. Cada una de las señales puede estar asociada con su LAN - WAP de origen en base a alguna forma de información de identificación que se puede incluir en la señal recibida (tal como, por ejemplo, una dirección MAC). La estación móvil 108 puede deducir a continuación los tiempos de retardo asociados con cada una de las señales recibidas. La estación móvil 108 puede formar a continuación un mensaje que puede incluir los tiempos de retardo y la información de identificación de cada uno de los LAN - WAP, y enviar el mensaje a través de la red 112 al servidor de posicionamiento 110. En base al mensaje recibido, el servidor de posicionamiento puede determinar a continuación la posición, usando las localizaciones almacenadas de los LAN - WAP relevantes 106, de la estación móvil 108. El servidor de posicionamiento 110 puede generar y proporcionar un mensaje de Información de Configuración de Localización (LCI) a la estación base que incluye un puntero a la posición de la estación móvil en un sistema de coordenadas local. El mensaje LCI puede incluir también otros puntos de interés en relación con la localización de la estación móvil 108. Cuando se calcula la posición de la estación móvil 108, el servidor de posicionamiento puede tener en cuenta los diferentes retardos que se pueden introducir por los elementos dentro de la red inalámbrica.

25 Las técnicas de determinación de la posición descritas en este documento se pueden usar para las diversas redes de comunicaciones inalámbricas tales como una red inalámbrica de área ancha (WWAN), una red de área local inalámbrica (WLAN), una red de área personal inalámbrica (WPAN), y así sucesivamente. Los términos "red" y "sistema" se pueden usar de forma intercambiable. Una WWAN puede ser una red de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), una red de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), una red de Acceso Múltiple por división de Frecuencias (FDMA), una red de Acceso Múltiple por División de Frecuencias Ortogonales (OFDMA), una red de Acceso Múltiple por División de Frecuencias de Portadora Única (SC-FDMA), una red WiMax (IEEE 802.16) y así sucesivamente. Una red CDMA puede implementar una o más tecnologías de acceso de radio (RAT) tales como cdma2000, CDMA de Banda Ancha (W-CDMA), y así sucesivamente. El Cdma2000 incluye las normativas IS-95, IS-2000 e IS-856. Una red TDMA puede implementar el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), el Sistema de Telefonía Móvil Digital Avanzada (D-AMPS), o alguna otra RAT. Los sistemas GSM y W-CDMA se describen en documentos de un consorcio denominado "Proyecto de Miembros de la 3ª Generación" (3GPP). El Cdma200 se describe en documentos de un consorcio denominado "Proyecto de Miembros de la 3ª Generación 2" (3GPP2). Los documentos de 3GPP y 3GPP2 están públicamente disponibles. Una WLAN puede ser una red IEEE 802.11x, y una WPAN puede ser una red Bluetooth, una IEEE 802.15x, o algún otro tipo de red. Las técnicas se pueden usar también para cualquier combinación de WWAN, WLAN y/o WPAN.

40 La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra diversos componentes de una estación móvil ejemplar 200. En bien de la simplicidad, las diversas características y funciones ilustradas en el diagrama de bloques de la FIG. 2 se conectan juntas usando un bus común que se destina a representar que las diversas características y funciones están acopladas operativamente juntas. Los expertos en la materia reconocerán que se pueden proporcionar otras conexiones, mecanismos, características, funciones o similares y adaptarse como sea necesario para acoplar operativamente y configurar un dispositivo inalámbrico portátil real. Además, también se reconoce que una o más de las características o funciones ilustradas en el ejemplo de la FIG. 2 se pueden subdividir adicionalmente o se pueden combinar dos o más de las características o funciones ilustradas en la FIG.2.

50 La estación móvil puede incluir uno o más transceptores de red de área ancha 204 que pueden estar conectados a una o más antenas 202. El transceptor de red de área ancha 204 comprende dispositivos adecuados, hardware, y/o software para comunicar con y/o detectar señales hacia / desde los WAN - WAP 104 y/o directamente con otros dispositivos inalámbricos dentro de una red. En un aspecto, el transceptor de la red de área ancha 204 puede comprender un sistema de comunicaciones CDMA adecuado para comunicar con una red CDMA de estaciones base inalámbricas. Sin embargo, en otros aspectos, el sistema de comunicaciones inalámbricas puede comprender otro tipo de red de telefonía celular, tal como, por ejemplo, TDMA o GSM. Adicionalmente, se puede usar cualquier otro tipo de tecnologías de conexión en red inalámbricas, por ejemplo, la WiMax (802.16), etc. La estación móvil también puede incluir uno o más transceptores de red de área local 206 que se pueden conectar a una o más antenas 202. El transceptor de red de área local 206 comprende dispositivos adecuados, hardware y/o software para comunicar con y/o detectar señales hacia / desde los LAN - WAP 106, y/o directamente con otros dispositivos inalámbricos dentro de una red. En un aspecto, el transceptor de la red de área local 206 puede comprender un sistema de comunicaciones WiFi (802.11x) adecuado para comunicar con uno o más puntos de acceso inalámbricos. Sin embargo, en otros aspectos, el transceptor de red de área local 206 comprende otro tipo de red de área local, una red de área personal (por ejemplo Bluetooth). Adicionalmente se puede usar cualquier otro tipo de tecnologías de conexión en red inalámbricas, por ejemplo, la Banda Ultra Ancha, ZigBee, USB inalámbrico, etc.

Como se usa en este documento, el término abreviado "punto de acceso inalámbrico " (WAP) se puede usar para referirse a los LAN - WAP 106 y/o los WAN - WAP 104. Específicamente, en la descripción presentada más adelante, cuando se usa el término "WAP", se debería entender que las realizaciones pueden incluir una estación móvil 200 que puede aprovechar las señales desde una pluralidad de LAN - WAP 106, una pluralidad de WAN - WAP 104, o cualquier combinación de las dos. El tipo específico de WAP que se usa por la estación móvil 200 puede depender del entorno de la operación. Además, la estación móvil 200 puede seleccionar dinámicamente entre los diversos tipos de WAP para llegar a una solución de posición precisa.

Un receptor de SPS 208 también se puede incluir en la estación móvil 200. El receptor de SPS 208 se puede conectar a una o más antenas 202 para recibir señales de satélite. El receptor de SPS 208 puede comprender cualquier hardware y/o software adecuados para recibir y procesar las señales de SPS. El receptor de SPS 208 solicita información y operaciones como sea apropiado desde otros sistemas, y realiza los cálculos necesarios para determinar la posición de la estación móvil 200 usando mediciones obtenidas por cualquier algoritmo de SPS adecuado.

Un sensor de movimiento 212 puede estar acoplado al procesador 210 para proporcionar información del movimiento relativo y/o de la orientación que es independiente de los datos de movimiento deducidos a partir de las señales recibidas por el transceptor de red de área ancha 204, el transceptor de red de área local 206 y el receptor de SPS 208. A modo de ejemplo y no de limitación, el sensor de movimiento 212 puede usar un acelerómetro (por ejemplo, un dispositivo MEMS), un giróscopo, un sensor geomagnético (por ejemplo, una brújula), un altímetro (por ejemplo un altímetro de presión barométrica) y/o cualquier otro tipo de sensor de detección de movimiento. Además, el sensor de movimiento 212 puede incluir una pluralidad de diferentes tipos de dispositivos y combinar sus salidas para proporcionar información de movimiento.

Un procesador 210 puede estar conectado al transceptor de red de área ancha 204, el transceptor de red de área local 206, el receptor de SPS 208 y el sensor de movimiento 212. El procesador puede incluir uno o más microprocesadores, microcontroladores, y/o procesadores de señales digitales que proporcionan funciones de procesamiento, así como otros cálculos y funcionalidad de control. El procesador de control 210 también puede incluir memoria 214 para el almacenamiento de datos e instrucciones software para ejecutar la funcionalidad programada dentro de la estación móvil. La memoria 214 puede estar incorporada en el procesador 210 (por ejemplo, dentro del mismo empaquetamiento de IC), y/o la memoria puede ser memoria externa al procesador y funcionalmente acoplada sobre un bus de datos. Los detalles de la funcionalidad software asociada con aspectos de la revelación se tratarán con más detalle más adelante.

Varios módulos software y tablas de datos pueden residir en memoria 214 y utilizarse por el procesador 210 para gestionar tanto las comunicaciones como la funcionalidad de determinación del posicionamiento. Como se ilustra en la FIG. 2, la memoria 214 puede incluir y/o de otro modo recibir un módulo de posicionamiento 216, un módulo de aplicación 218, un módulo del indicador de la intensidad de señal recibida (RSSI) 220, y un módulo 222 del tiempo de ida y vuelta (RTT). Se debería apreciar que la organización de los contenidos de memoria como se muestra en la FIG. 2 es meramente ejemplar, y como tal la funcionalidad de los módulos y/o las estructuras de datos se pueden combinar, separar, y/o estructurar en diferentes modos dependiendo de la implementación de la estación móvil 200.

El módulo de aplicación 218 puede ser un procedimiento que se ejecuta sobre el procesador 210 del dispositivo móvil 200, que solicita información de posición desde el módulo de posicionamiento 216. Las aplicaciones típicamente se ejecutan dentro de una capa superior de las arquitecturas de software y pueden incluir la Navegación en Interiores, el Localizador de Amigos, Compras y Cupones, Seguimiento de Activos, y el Descubrimiento de Servicios con Conocimiento de la Localización. El módulo de posicionamiento 216 puede deducir la posición del dispositivo móvil 200 usando información derivada desde los RTT medidos a partir de señales intercambiadas con una pluralidad de WAP. Para determinar con precisión la posición usando técnicas de RTT, se pueden usar estimaciones razonables de los tiempos de retardo de procesamiento introducidos por cada WAP para calibrar / ajustar los RTT medidos. Los RTT medidos se pueden determinar por el módulo de RTT 222, que pueden medir las temporizaciones de las señales intercambiadas entre la estación móvil 200 y los WAP para deducir la información del tiempo de ida y vuelta (RTT).

Una vez medidos, los valores de RTT se pueden pasar al módulo de posicionamiento 216 para asistir en la determinación de la posición del dispositivo móvil 200. El módulo de posicionamiento 216 puede usar información suplementaria para estimar los tiempos de procesamiento de los WAP. En una realización, los valores de amplitud de las señales transmitidas por los WAP se pueden usar para proporcionar esta información. Estos valores de amplitud se pueden determinar en la forma de mediciones de RSSI determinadas por el módulo de RSSI 220. El módulo de RSSI 220 puede proporcionar la amplitud y la información estadística con respecto a las señales para el módulo de posición 216. El módulo de posición puede estimar a continuación los tiempos de procesamiento para calibrar las mediciones de RTT y determinar la posición con precisión. La posición se puede sacar a continuación al módulo de aplicación 218 en respuesta a su petición mencionada anteriormente. Además, el módulo de posicionamiento 216 puede usar una base de datos de parámetros 224 para intercambiar parámetros operativos. Tales parámetros pueden incluir los tiempos de procesamiento determinados para cada WAP, las posiciones de los WAP en una estructura coordinada común, diversos parámetros asociados con la red, las estimaciones del tiempo de procesamiento inicial, las estimaciones del tiempo de procesamiento determinadas anteriormente, etc. Detalles

de estos parámetros se proporcionarán en las secciones posteriores más adelante.

En otras realizaciones, la información suplementaria puede incluir opcionalmente una posición auxiliar, y/o datos de movimiento que se pueden determinar a partir de otras fuentes. Los datos de la posición auxiliar pueden ser incompletos o ruidosos, pero pueden ser útiles como otra fuente de información independiente para la estimación de los tiempos de procesamiento de los WAP. Como se ilustra en la FIG. 2 usando las líneas discontinuas, el dispositivo móvil 200 puede almacenar opcionalmente datos auxiliares de posición / movimiento 226 en memoria que se pueden deducir a partir de la información recibida de otras fuentes como se describe más adelante. Además, en otras realizaciones, la información suplementaria puede incluir, pero sin limitarse a esta, información que se puede deducir o basar en señales de Bluetooth, balizas, etiquetas RFID, y/o información derivada de un mapa (por ejemplo, recibiendo coordenadas desde una representación digital de un mapa geográfico, por ejemplo, interactuando un usuario con un mapa digital).

En una realización todos o parte de los datos auxiliares de posición / movimiento 226 se pueden deducir a partir de la información suministrada por el sensor de movimiento 212 y/o el receptor de SPS 208. En otras realizaciones, los datos auxiliares de posición / movimiento 226 se pueden determinar a través de redes adicionales usando técnicas no de RTT (por ejemplo, de AFLT dentro de una red CDMA). En ciertas implementaciones todos o parte de los datos auxiliares de posición / movimiento 226 se pueden proporcionar por medio del sensor de movimiento 212 y/o el receptor de SPS 208 sin procesar adicionalmente por el procesador 210. En algunas realizaciones los datos auxiliares de posición / movimiento 226 se pueden proporcionar directamente por el sensor de movimiento 212 y/o el receptor de SPS 208 a la unidad de procesamiento 210. Los datos de posición / movimiento 226 también pueden incluir datos de aceleración y/o datos de velocidad que pueden proporcionar la dirección y la velocidad. En otras realizaciones, los datos de posición / movimiento 226 también pueden incluir datos de direccionalidad que solo pueden proporcionar la dirección del movimiento.

Aunque los módulos mostrados en la FIG. 2 se ilustran en el ejemplo como si estuviesen contenidos en la memoria 214, se reconoce que en ciertas implementaciones tales procedimientos se pueden proporcionar para usar otros mecanismos o mecanismos adicionales o de otro modo disponerse operativamente usando los mismos. Por ejemplo, todo o parte del módulo de posicionamiento 216 y/o el módulo de aplicación 218 se puede proporcionar en firmware. Adicionalmente, aunque en este ejemplo el módulo de posicionamiento 216 y el módulo de aplicación 218 se ilustran como si fuesen características separadas, se reconoce, por ejemplo, que tales procedimientos se pueden combinar juntos como un procedimiento o quizás con otros procedimientos o de otro modo dividirse adicionalmente en una pluralidad de sub-procedimientos.

El procesador 210 puede incluir cualquier forma de lógica adecuada para la realización de al menos las técnicas proporcionadas en este documento. Por ejemplo, el procesador 210 puede ser configurable operativamente en base a instrucciones en la memoria 214 para iniciar selectivamente una o más rutinas que aprovechan los datos de movimiento para su uso en otras porciones del dispositivo móvil.

La estación móvil 200 puede incluir una interfaz de usuario 250 que proporciona cualesquiera sistemas de interfaz adecuados, tales como un micrófono / altavoz 252, un teclado 254 y una pantalla que permite la interacción del usuario con la estación móvil 200. El micrófono / altavoz 252 proporciona servicios de comunicaciones de voz usando el transceptor de red de área ancha 204 y/o el transceptor de red de área local 206. El teclado 254 comprende cualesquiera botones adecuados para la entrada de usuario. La pantalla 256 comprende cualquier pantalla adecuada, tal como, por ejemplo, una pantalla, una pantalla de LCD con retroiluminación, y puede incluir además una pantalla táctil para modos de entrada del usuario adicionales.

Como se usa en este documento, la estación móvil 108 puede ser cualquier dispositivo o máquina portátil o móvil que es configurable para adquirir señales inalámbricas transmitidas desde, y transmitir las señales inalámbricas hacia uno o más dispositivos o redes de comunicaciones inalámbricas. Como se muestra en las FIG. 1 y 2, el dispositivo móvil es representativo de tal dispositivo inalámbrico portátil. De este modo, a modo de ejemplo y no de limitación, el dispositivo móvil 108 puede incluir un dispositivo de radio, un dispositivo de telefonía celular, un dispositivo de computación, un sistema de comunicación personal (PCS), u otro dispositivo, aplicación o máquina móvil equipada con comunicaciones inalámbricas. El término "estación móvil" también pretende incluir dispositivos que comunican con un dispositivo de navegación personal (PND), tales como por comunicaciones inalámbricas de corto alcance, infrarrojos, conexión de línea cableada u otra conexión - independientemente de si la recepción de la señal de satélite, la recepción de datos de asistencia y/o el procesamiento relacionado con la posición ocurre en el dispositivo o en el PND. También, el término "estación móvil" pretende incluir todos los dispositivos, incluyendo dispositivos de comunicaciones inalámbricas, ordenadores, ordenadores portátiles, etc. que son capaces de una comunicación con un servidor, tal como a través de la Internet, WiFi, u otra red, e independientemente de si la recepción de la señal de satélite, la recepción de datos de asistencia y/o el procesamiento relacionado con la posición ocurre en el dispositivo, en el servidor o en otro dispositivo asociado con la red. Cualquier combinación operable de los anteriores también se considera como una "estación móvil".

Como se usa en este documento, el término "dispositivo inalámbrico" se puede referir a cualquier tipo de dispositivo de comunicaciones inalámbricas que puede transferir información sobre una red y también tener la funcionalidad de determinación de la posición y/o navegación. El dispositivo inalámbrico puede ser cualquier terminal móvil celular, un

sistema de comunicación personal (PCS), un dispositivo de navegación personal, un ordenador portátil, un asistente digital personal, o cualquier otro dispositivo móvil adecuado capaz de recibir y procesar las señales de red y/o de SPS.

I. Modelos para la determinación de la posición inalámbrica

5 En la FIG. 3 se muestra un entorno simplificado para ilustrar una técnica ejemplar para la determinación de una posición de la estación móvil 108. La estación móvil 108 puede comunicar de forma inalámbrica con una pluralidad de WAP 311 usando señales de RF (por ejemplo, 2,4 GHz) y protocolos normalizados para la modulación de las señales de RF y el intercambio de paquetes de información (por ejemplo, IEEE 802.11). Extrayendo diferentes tipos de información de las señales intercambiadas, y usando la disposición de la red (es decir, la geometría de la red) la
10 estación móvil 108 puede determinar su posición en un sistema de coordenadas de referencia predefinido. Como se muestra en la FIG. 3, la estación móvil puede especificar su posición (x, y) usando un sistema de coordenadas bidimensional; sin embargo las realizaciones desveladas en este documento no están tan limitadas, y también pueden ser aplicables para determinar las posiciones usando un sistema de coordenadas tridimensional, si se desea la dimensión extra. Adicionalmente, aunque en la FIG. 3 se muestran tres WAP 311a - 311c, las realizaciones
15 pueden usar WAP adicionales y resolver la posición usando técnicas aplicables a sistemas sobre-determinados, que pueden promediar diversos errores introducidos por diferentes efectos del ruido, y de este modo mejorar la precisión de la posición determinada. Para determinar su posición (x, y), la estación móvil 108 puede necesitar en primer lugar determinar la geometría de la red. La geometría de la red puede incluir las posiciones de cada uno de los WAP 311 en un sistema de coordenadas de referencia ((x_k , y_k), donde $k= 1, 2, 3$). La geometría de la red se puede
20 proporcionar a la estación móvil 108 de cualquier modo, tal como, por ejemplo, proporcionando esta información en señales de baliza, proporcionando la información usando un servidor externo dedicado sobre una red externa, proporcionando la información usando identificadores de recursos uniformes, etc.

La estación móvil puede determinar a continuación una distancia (d_k , donde $k = 1, 2, 3$) a cada uno de los WAP 311. Como se describirá con más detalle más adelante, hay varios enfoques diferentes para la estimación de estas
25 distancias (d_k) aprovechando diferentes características de las señales de RF intercambiadas entre la estación móvil 108 y los WAP 311. Tales características pueden incluir, como se tratará más adelante, el tiempo de propagación de ida y vuelta de las señales y/o la intensidad de las señales (RSSI).

En otras realizaciones, las distancias (d_k) se pueden determinar en parte o refinarse usando otras fuentes de información que no están asociadas con el WAP. Por ejemplo se pueden usar otros sistemas de posicionamiento, tales como el GPS, se pueden usar para proporcionar una estimación aproximada de d_k . (Obsérvese que es probable que el GPS pueda tener señal insuficiente en los entornos de operación anticipados (en interiores, metropolitanos, etc.) para proporcionar una estimación precisa consistente de d_k . Sin embargo las señales de GPS se pueden combinar con otra información para asistir en el procedimiento de determinación de la posición. Otros dispositivos de posicionamiento relativo pueden residir en la estación móvil 108 que se pueden usar como una base
35 para proporcionar estimaciones aproximadas de la posición relativa y/o la dirección (por ejemplo por acelerómetros incorporados).

Una vez que se determina cada una de las distancias, la estación móvil puede resolver a continuación su posición (x, y) usando una diversidad de técnicas geométricas conocidas, tales como, por ejemplo, la trilateración. De la FIG. 3 se puede ver que la posición de la estación móvil 108 descansa idealmente en la intersección de los círculos dibujados usando líneas de puntos. Cada uno de los círculos está definido por el radio d_k y el centro (x_k , y_k), donde $K = 1, 2, 3$. En la práctica, la intersección de estos círculos puede que no descansa en un único punto debido al ruido y otros errores en el sistema de conexión en red.

Las secciones 1 y 2 tratarán más adelante con más detalle los siguientes modelos de señales inalámbricas: 1) modelos ejemplares relacionados con la distancia y el tiempo de ida y vuelta de la señal inalámbrica, y 2) modelos ejemplares relacionados con la distancia y la intensidad de la señal inalámbrica. Como ambos modelos ejemplares relacionan la distancia con diferentes parámetros de señal, también se pueden denominar como modelos de "fluctuación". Se debería apreciar que las diversas realizaciones de invención no están limitadas a estos modelos de fluctuación y que se pueden usar otros modelos de señales inalámbricas.

1. Determinación de la distancia usando un modelo de fluctuación del tiempo de ida y vuelta (RTT)

50 La determinación de la distancia entre la estación móvil 108 y cada uno de los WAP 311 puede involucrar el aprovechamiento de la información de tiempo de las señales de RF. En una realización, la determinación del tiempo de ida y vuelta (RTT) de las señales intercambiadas entre la estación móvil 108 y un WAP 311 se puede realizar y convertir a una distancia (d_k). Las técnicas de RTT pueden medir el tiempo entre el envío de un paquete de datos y la recepción de una respuesta. Estos procedimientos usan la calibración para eliminar cualquier retardo de procesamiento. En algunos entornos, se puede asumir que los retardos de procesamiento para la estación móvil y los puntos de acceso inalámbricos son los mismos. Sin embargo, tal suposición puede que no sea cierta en la práctica.

La FIG. 4 es un diagrama que muestra temporizaciones ejemplares dentro de un tiempo de ida y vuelta (RTT) que

ocurren durante una petición de exploración inalámbrica y una respuesta. En una realización, la respuesta puede tomar la forma de un paquete de confirmación (ACK); sin embargo, cualquier tipo de paquete de respuesta sería consistente con diversas realizaciones de la invención. Por ejemplo, un paquete de transmisión RTS (petición de transmisión) y/o un paquete de respuesta CTS (preparado para transmitir) pueden ser adecuados.

5 Para medir el RTT con respecto a un WAP determinado 311k, la estación móvil 108 puede enviar una petición de exploración dirigida a un WAP 311k, y a continuación registrar el tiempo en el que se envió el paquete de petición de exploración (Paquete t_{TX}) como se muestra sobre la línea de tiempos de la estación móvil (MS) en la FIG. 4. Después de un tiempo de propagación t_P desde la estación móvil 108 al WAP 311k, el WAP recibirá el paquete. El WAP 311k puede procesar a continuación la petición de exploración dirigida y puede enviar de vuelta un mensaje
10 ACK de vuelta a la estación móvil 108 después de un tiempo de procesamiento Δ como se muestra sobre la línea de tiempos del WAP en la FIG. 4. Después de un segundo tiempo de propagación t_P , la estación móvil 108 puede registrar el tiempo en el que se recibió el paquete ACK (t_{RX} ACK) como se muestra en la línea de tiempos de la MS. La estación móvil puede determinar a continuación el RTT como la diferencia t_{RX} ACK - t_{TX} del paquete.

15 Si la estación móvil 108 conoce el tiempo de procesamiento del WAP 311k Δ , puede estimar a continuación el tiempo de propagación al WAP 311k como $(RTT - \Delta) / 2$, que corresponde a la distancia (d_k) entre la estación móvil 108 y el WAP 311k. Sin embargo, como la estación móvil 108 usualmente no tiene conocimiento del tiempo de procesamiento del WAP 311k, la estación móvil 108 debería obtener una estimación precisa del tiempo de procesamiento Δ antes de poder estimar la distancia al WAP 311k. Diversas técnicas presentadas más adelante describirán realizaciones donde la estación móvil 108 procesa las mediciones recogidas de RSSI y RTT para tres o
20 más WAP 311 para estimar de forma precisa los tiempos de procesamiento de los WAP 311 para permitir la determinación de la posición de la estación móvil en el espacio.

Se apreciará que usando una petición de exploración dirigida basada en RTT fluctuante como se ha descrito anteriormente, el dispositivo inalámbrico 108 no necesita asociarse con ninguno de los WAP 311. Como una exploración de acceso dirigida se considera un paquete de destino único, el WAP usualmente confirmará una decodificación satisfactoria de un paquete de exploración de acceso después de un periodo de tiempo prescrito. La capacidad de hacer esta fluctuación sin tener que asociarse con los WAP 311 puede reducir enormemente la sobrecarga extra involucrada.

El tiempo de ida y vuelta entre la estación móvil 108 y el WAP K se puede analizar en un modelo de fluctuación como sigue:

$$30 \quad RTT_k = 2d_k + \Delta_k + \Delta_{MS} + n_k$$

donde:

d_k es la distancia real entre la estación móvil 108 y el WAP 311k (metros)
 Δ_k es el tiempo de procesamiento hardware del WAP de orden k (ns).
 Δ_{MS} es el tiempo de procesamiento hardware en la estación móvil 108 (ns). Aquí se puede asumir que el retardo de procesamiento se puede calibrar por la estación móvil 108. Por consiguiente, se puede fijar a cero.
 35 $n_k = n_{Z, k} + N_{MS, k} + N_{AP, k}$, que es el error en las mediciones de RTT. Este error es la suma de los errores debidos a la altura del WAP desconocida, los errores de temporización de la estación móvil y los errores de temporización del WAP.

Se deberá apreciar que dado que las unidades de distancia se proporcionan en metros, y las unidades de distancia se proporcionan en nanosegundos, la velocidad de la luz puede ser aproximadamente la unidad para simplificar el modelo y reducir el tiempo de conmutación evitando múltiples operaciones.

El ruido global n_k puede ser la suma de los errores de la altura del WAP, la temporización de la estación móvil y la temporización del WAP listados anteriormente. Después de la combinación de estos errores, la función de densidad de probabilidad resultante puede estar muy próxima a la Gaussiana. De este modo, el ruido se puede modelar como
 45 Gaussiano con una media dependiente de la distancia y una desviación estándar.

2. Determinación de la distancia usando el modelo de fluctuación de la intensidad de la señal (RSSI)

La distancia entre cada uno de los WAP 311 y la estación móvil 108 también se puede estimar usando información adicional al RTT para obtener una estimación de los tiempos de procesamiento explicados anteriormente. Esta información se denomina en general en ese documento como información suplementaria. Una forma de la información suplementaria puede tomar la forma de la intensidad de la señal medida (RSSI) asociada con los
 50 paquetes de ACK desde cada WAP 311. La FIG. 5 es un gráfico que ilustra una relación ejemplar de RSSI y la distancia entre una estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.

Para aprovechar de forma efectiva la RSSI, la estación móvil 108 puede usar un modelo de fluctuación aproximado de distancia y la varianza de la distancia, como una función de la intensidad de la señal recibida (RSSI). Este modelo se puede usar cuando la estación móvil 108 está intentando inicialmente de conocer los retardos de procesamiento del WAP. Una característica del algoritmo de posicionamiento basado en RTT es que el modelo de RSSI puede ser
 55

5 extremadamente simple, sin necesidad de un despliegue previo extensivo de la huella de radiación. En una realización, el modelo puede asumir que la única información de RSSI conocida para la estación móvil es la distancia máxima aproximada d_{max} en metros, como una función de RSSI en dBm. En base a las simulaciones de propagación iniciales para un entorno de interior con WAP que tienen un alcance máximo de 225 pies (68,58 metros), esta función se proporciona a continuación en la ecuación 2, que se representa gráficamente en la FIG. 5.

$$d_{max}(RSSI) = \min\left(10^{\frac{-(RSSI+25.9)}{20.0}}, 225\right)$$

10 A partir de la cota de distancia anterior, la estación móvil 108 puede convertir cualquier RSSI medida a una estimación de distancia que se puede modelar como distribuida normalmente con las siguientes relaciones en las ecuaciones 3 y 4:

$$d_{RSSI} = \frac{d_{max}(RSSI)}{2}$$

15

$$\sigma_{d_{RSSI}}^2 = \frac{d_{max}^2(RSSI)}{16}$$

donde la varianza asume que $4\sigma_{d_{RSSI}} = d_{max}$,

20 En otras realizaciones, la estación móvil también podría modelar la distancia mínima como una función de la intensidad de la señal. Sin embargo, para el posicionamiento 2-D, es posible que una estación móvil esté próxima a un WAP en el plano X - Y (la distancia usada para fines de posicionamiento), pero que vea arbitrariamente la intensidad de la señal debido a la distancia y los obstáculos en la dirección Z. De este modo, el modelo simple de RSSI toma la distancia mínima respecto a la intensidad de la señal como 0 metros para todas las RSSI.

II. Combinación de los modelos de fluctuación para la determinación de la posición inalámbrica

25 La siguiente descripción proporciona detalles para un algoritmo central de la estación móvil para la determinación de la posición usando modelos de fluctuación que se pueden basar en RTT y otras mediciones suplementarias, tales como, por ejemplo, la RSSI. En esta realización, el dispositivo móvil 108 puede estimar distancias a tres o más puntos de acceso inalámbricos usando dos o más modelos de fluctuación. Cada punto de acceso inalámbrico tiene posiciones que son conocidas para el dispositivo móvil proporcionando la red información de la geometría usando las técnicas mencionadas anteriormente. Usando estas estimaciones de distancias y la localización de los puntos de acceso inalámbricos 311, la estación móvil 108 puede determinar su posición usando técnicas de posicionamiento conocidas.

Se pueden usar las siguientes suposiciones en esta realización:

1. La estación móvil 108 tiene las posiciones del WAP 311 en un sistema de coordenadas local o global (que se puede obtener usando los procedimientos descritos anteriormente).
- 35 2. La estación móvil 108 está dentro de la cobertura de radio de al menos tres WAP 311 no colineales para posicionamientos bidimensionales.
3. Hay un tiempo de procesamiento consistente entre cuando recibe un WAP un paquete de destino único hasta cuando envía una respuesta de ACK (es decir el tiempo de procesamiento tiene baja varianza).
4. Cada WAP 311 tiene un tiempo de retardo de procesamiento diferente.
- 40 5. La estación móvil 108 puede realizar una medición de RTT a escala de nanosegundos. Esto puede requerir cambios para el conjunto de chips de la estación móvil actual 108 en los transceptores inalámbricos 204 y/o 206.
6. La estación móvil 108 tiene un modelo aproximado de la distancia como una función de RSSI.
7. Un conjunto completo de mediciones de RSSI y RTT (para todos los WAP objetivo) se puede completar lo suficientemente rápido de modo que la estación móvil 108 se puede considerar como estacionaria mientras que se toman las mediciones; y
- 45 8. La estación móvil 108 tiene un procedimiento de determinación cuando se ha movido a una nueva localización en base a cambios significativos en la RSSI, el RTT, el tiempo transcurrido desde el último conjunto de mediciones, y/o datos de sensores adicionales (tal como por ejemplo, el sensor de movimiento 212).

La FIG. 6 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento ejemplar 600 para combinar los modelos de fluctuación para mejorar la determinación de la posición de la estación móvil 108. El procedimiento se puede realizar en la estación móvil 108 sobre el procesador 210 usando diversos módulos y datos almacenados en la memoria 214.

- 5 Una vez introducido un nuevo entorno, el dispositivo móvil 108 puede iniciar parámetros / modelos asociados con cada WAP 311K (donde $k = 1, \dots, N$) usado para la determinación de la posición (Bloque 605).

En consecuencia, para cada WAP 311k, los parámetros / modelos pueden incluir:

1. La localización en un sistema de coordenadas local o universal.
2. Un identificador para la red asociada con el WAP (por ejemplo, un SSID).
- 10 3. Un identificador asociado con el hardware del WAP (por ejemplo, la MACID).
4. Una estimación y varianza del tiempo de retardo de procesamiento inicial.
5. Para algunas realizaciones un modelo de la distancia frente a la intensidad de la señal (RSSI).

Una vez que se obtienen los parámetros anteriores (donde se pueden haber descargado desde el servidor 110), se pueden almacenar en memoria en una base de datos de parámetros 224. Los parámetros 1 - 3 anteriores se pueden obtener de anotaciones a partir de un mapa, como se ha descrito anteriormente. En realizaciones alternativas, los parámetros 2 y 3 se pueden aprender por la estación móvil 108 oyendo las balizas que se pueden proporcionar por los WAP 311 (por ejemplo, para una red WiFi, la estación móvil 108 puede determinar la SSID y la MACID a partir de las señales de baliza normalizadas). El parámetro 4 anterior puede ser *a priori* una estimación gruesa inicial basada en las especificaciones del WAP, y/o un valor más refinado aprendido anteriormente por la estación móvil 108. Como alternativa, el tiempo de procesamiento inicial leído a partir de la base de datos de parámetros 224 se puede haber proporcionado desde el servidor 110, que se puede haber aprendido anteriormente por la estación móvil 108 o por otra estación móvil.

Como se ha provisto anteriormente en la descripción de la FIG. 4, el tiempo de procesamiento para cada WAP 311 Δ_k puede ser el tiempo de vuelta para enviar una respuesta para un paquete con destino único. Por ejemplo, en las redes WiFi 802.11a u 802.11g, este tiempo de procesamiento puede corresponder a un retardo conocido como el espacio corto inter-tramas (SIFS) y típicamente descansa dentro de 16.000 ± 900 ns para un canal de 20 MHz. Sea Δ_k el retardo de procesamiento desconocido real para el WAP 311k y sea $\hat{\Delta}_k$ la mejor estimación de la estación móvil del retardo de procesamiento. La estación móvil 108 puede tomar inicialmente el valor de $\hat{\Delta}_k = 16.000$ con una varianza de $\sigma_{\hat{\Delta}_k}^2 = 300^2$ (asumiendo una distribución normal con $3\sigma = 900$). Como alternativa, el dispositivo móvil puede obtener los retardos de procesamiento iniciales para un WAP 311k usando este identificador hardware (por ejemplo, una MACID) en una memoria caché local que se puede almacenar en la base de datos de parámetros 224, o una base de datos externa para obtener una estimación del tiempo de procesamiento.

Como se tratará con más detalle más adelante, algunas realizaciones pueden usar un modelo de distancia respecto a la RSSI para cada uno de los WAP 311 que pueden mapear cada medición de la intensidad de la señal $RSSI_k$ a una distancia que se puede distribuir normalmente con una media $d_{RSSI, k}$ y una varianza $\sigma_{d_{RSSI, k}}^2$. Si no hay ningún modelo disponible, el dispositivo móvil puede usar un modelo por defecto (tal como, por ejemplo, el modelo descrito anteriormente en la ecuación 2).

Después de la inicialización en el Bloque 605, la estación móvil 108 puede medir el tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada WAP 311 (B 610). En este punto, la estación móvil 108, bien usando el transceptor de la red de área ancha 204, el transceptor de la red de área local 206 o una combinación de los dos, puede enviar una petición de exploración dirigida usando cada WAP 311 en base al identificador de hardware (por ejemplo, la MACID para el WAP 311k). Usando, por ejemplo, las peticiones de exploración dirigidas, la estación móvil puede realizar las mediciones fluctuantes de RTT sin asociarse con los WAP 311. Esto puede evitar el problema de no ser capaces de usar los WAP para las mediciones RTT que están bloqueados usando alguna forma de cifrado inalámbrico (por ejemplo, WEP, WAP, RADIUS, etc.) y requieren un código de acceso. Sin embargo, se debería apreciar que las realizaciones no están limitadas a los paquetes de petición de exploración, y se pueden usar otros tipos de paquetes. Una vez que un WAP procesa la petición de exploración, puede proporcionar una respuesta de ACK que se puede recibir por el transceptor de red de área ancha 204 y/o el transceptor de red de área local 206. Una vez recibida la respuesta de ACK, la estación móvil 108 puede calcular el RTT usando el módulo de RTT 222.

50 Como se ha descrito anteriormente, en base al modelo de fluctuación de RTT, cada medición de RTT para el WAP 311k puede estar dado por

$$RTT_k = 2d_k + \Delta_k + n_k$$

donde

- 55 d_k es la distancia real (en metros) entre la estación móvil 108 y el WAP 311k;
 Δ_k es el tiempo de procesamiento real (ns) para el WAP 311k; y

n_k es el ruido Gaussiano que tiene una media y una varianza que dependen de la distancia d_k .

En la ecuación anterior, las unidades para la distancia y el tiempo son en metros y en nanosegundos, respectivamente, de modo que la velocidad de propagación de la luz se puede estimar como $\sim 0,3$ metros / ns. Esta aproximación puede ser útil ya que puede obviar operaciones de multiplicación cuando se convierte entre distancia y tiempo, ahorrando de este modo tiempo de procesamiento y consumo de potencia.

Usando las mediciones de RTT y el modelo de fluctuación de RTT mencionado anteriormente, se puede estimar la distancia entre la estación móvil y cada uno de los WAP 311k (B 615). El tiempo de retardo de procesamiento real Δ_k para cada WAP 311k se puede determinar anteriormente usando las especificaciones del fabricante y/o por técnicas de calibración, y almacenarse posteriormente en la base de datos de parámetros 224 para su uso por la estación móvil 108.

Usando un segundo modelo, se puede estimar una distancia suplementaria para cada WAP usando otro enfoque que puede que no se base en el RTT de la señal, sino más bien en alguna otra información suplementaria (B 620). Como se usa en este documento, la distancia suplementaria es la misma distancia (d_k) que se ha tratado anteriormente, pero se estima usando técnicas distintas que las de RTT. En algunas realizaciones, la información suplementaria puede aprovechar una o más propiedades alternativas de las señales intercambiadas entre la estación móvil 108 y los WAP 311, tales como, por ejemplo, la amplitud y/o la fase. En otras realizaciones, la información suplementaria puede ser una posición determinada anteriormente. Como se ha tratado anteriormente, y se presenta con más detalle más adelante en la descripción de la FIG. 7, se puede usar la amplitud (por ejemplo, la RSSI) para estimar la distancia suplementaria.

En otras realizaciones, otros sensores independientes pueden proporcionar información suplementaria que puede ser útil. Por ejemplo, los acelerómetros u otras formas de determinación de la posición conectadas en red (AFLT, etc.) pueden ayudar a estimar las distancias entre los WAP y la estación móvil 108. Adicionalmente, aunque las señales SPS pueden ser débiles y/o intermitentes en algunos de los entornos de operación del procedimiento 600, puede haber, en algunos entornos, una intensidad de señal SPS adecuada que puede ser suficiente para la determinación de distancias suplementarias entre la estación móvil 108 y los WAP 311.

Por ejemplo, una estación móvil con un conjunto de efemérides válidas puede ser capaz de detectarla cuando está en el interior frente al exterior en base a su capacidad de detectar satélites. Esto puede ayudar a eliminar condiciones cuando una porción del espacio delimitado inicial está en el exterior. Si el sistema ha proporcionado las coordenadas WGS84 para el WAP o una marca WGS84 sobre un mapa, la estación móvil 108 también puede ser capaz de usar su última posición conocida a partir del SPS para limitar su posición actual.

En otro ejemplo, la estación móvil 108 puede tener información basada en un sensor de movimiento (desde el sensor de movimiento 212) que puede relacionar su posición actual con una posición establecida anteriormente. Si, por ejemplo, una estación móvil incluye un acelerómetro, puede saber que ha experimentado al menos 4 metros de movimiento desde la posición establecida anteriormente, puede usar esos datos para limitar el intervalo de localizaciones en las que puede estar actualmente. Un acelerómetro de tres ejes y un altímetro también se podrían combinar para determinar el movimiento a lo largo del eje Z.

Una vez que se determinan las dos estimaciones de distancias para cada WAP 311k, en B 615 y B 620, las estimaciones de distancia se pueden procesar para generar una estimación de distancia combinada a cada WAP (B 625). Este procesamiento puede incluir cualquier tipo de enfoques estadístico y/o determinístico, incluyendo filtros Kalman, filtros de memoria de desvanecimiento, técnicas del error cuadrático medio mínimo (MMSE), etc.

Usando la distancia combinada para cada WAP 311K, la estación móvil 108 puede determinar su posición usando los procedimientos de trilaterización convencionales en base a las distancias combinadas y la geometría de red (B 630).

La FIG. 7 es un diagrama de flujo de otra realización 700 que proporciona un enfoque alternativo a los bloques de procedimiento 615 - 625 ilustrados en la FIG. 6. En la FIG. 7, las distancias suplementarias se basan en la intensidad de señal medida RSSI asociadas con las respuestas de ACK proporcionadas por cada WAP 311. Las mediciones de RSSI para cada WAP se pueden mapear a distancias usando los modelos descritos anteriormente. Estas distancias basadas en RSSI se pueden usar en conjunción con distancias basadas en RTT para determinar la posición de la estación móvil 108, y para calibrar los tiempos de procesamiento de los WAP 311.

Con referencia de nuevo a la FIG. 7, después de que se han medido los RTT para cada WAP 311 (610 de la FIG. 6), la distancia a cada WAP 311k se determina en base a la RSSI (B 715). Los valores medidos de $RSSI_k$ (para cada WAP) pueden ser el promedio de los paquetes fluctuantes de RTT medidos desde cada WAP 311k. La estación móvil 108 puede determinar la distancia a cada WAP 311k usando $RSSI_k$ en base a la siguiente ecuación.

$$d_{RSSI, k} = f_d (RSSI_k)$$

$$\sigma_{d_{RSSI, k}}^2 = f_{\sigma^2} (RSSI_k)$$

donde

- $d_{RSSI, k}$ es la distancia desde la estación móvil 108 al WAP 311k
- $\sigma_{RSSI, k}^2$ es la varianza de la distancia $d_{RSSI, k}$ basada en $RSSI_k$,
- $f_d(RSSI_k)$ es un modelo matemático que relaciona la distancia con RSSI.
- $f_{\sigma^2}(RSSI_k)$ es un modelo matemático que relaciona la varianza y la RSSI.

La estación móvil 108 puede estimar a continuación la media y la varianza del ruido de RTT n_k . Una vez que la estación móvil 108 determina el ruido de RTT, se puede determinar lo siguiente.

$$\hat{\mu}_{n,k} = \mu_{n,k}(d_{RSSI,k})$$

$$\hat{\sigma}_{n,k}^2 = \sigma_{n,k}^2(d_{RSSI,k} + 2\sigma_{d_{RSSI,k}})$$

donde

- $\hat{\mu}_{n,k}$ es una estimación de la media del ruido de RTT.
- $\hat{\sigma}_{n,k}^2$ es una estimación de la varianza del ruido de RTT.
- $\mu_{n,k}(d_{RSSI,k})$ es un modelo matemático del ruido medio de RTT como una función de la distancia al WAP 311k.
- $\sigma_{n,k}^2(d_{RSSI,k} + 2\sigma_{d_{RSSI,k}})$ es un modelo matemático de la varianza del ruido de RTT como una función de la distancia al WAP 311k, donde el dispositivo móvil añade $2\sigma_{d_{RSSI,k}}$ para tomar una estimación más conservativa de la varianza del ruido de RTT.

Cuando la estación móvil 108 no tiene ningún conocimiento de las estadísticas de RTT, puede asumir, por ejemplo, que $\hat{\mu}_{n,k} = 0$ y $\hat{\sigma}_{n,k}^2 = 50$, donde la temporización de RTT se estima usando un reloj de 20 MHz con una resolución de 50 ns.

El dispositivo móvil 108 puede determinar a continuación la distancia a cada WAP 311k basado en el RTT medido (B 720), y también puede determinar la varianza de la distancia en base al RTT medido usando las siguientes ecuaciones.

$$d_{RTT,k} = \frac{\overline{RTT}_k - \hat{\Delta}_k - \hat{\mu}_{n,k}}{2}$$

$$\sigma_{d_{RTT,k}}^2 = \frac{\sigma_{\hat{\Delta},k}^2 + \hat{\sigma}_{n,k}^2 / m_k}{4}$$

donde:

- $d_{RTT, k}$ es la distancia basada en RTT a cada WAP 311k
- \overline{RTT}_k es el tiempo RTT promedio sobre las mediciones m_k para el WAP 311k;
- $\hat{\Delta}_k$ es el tiempo de procesamiento estimado para el WAP 311k
- $\sigma_{d_{RTT,k}}^2$ es la varianza de $d_{RTT, k}$
- $\sigma_{\hat{\Delta},k}^2$ es la varianza de $\hat{\Delta}_k$
- $\hat{\sigma}_{n,k}^2$ es una estimación de la varianza del ruido de RTT.
- m_k es el número de medidas de RTT asociadas con el WAP 311k.

La estación móvil 108 puede trunca $d_{RTT, k}$ si es necesario para que caiga entre 0 y el intervalo máximo de WAP 311.

Una vez que se determinan la distancia basada en RTT y la varianza como se ha establecido anteriormente, la estación móvil 108 puede determinar una estimación de distancia combinada a cada uno de los WAP 311k (B 723). En una realización, la estimación de distancia combinada se puede realizar usando una combinación ponderada de la distancia basada en RTT $d_{RTT, k}$ y la distancia basada en RSSI $d_{RSSI, k}$ para cada uno de los WAP 311k para determinar una estimación de la distancia $d_{est, k}$. Esta estimación de distancia se puede determinar usando un

estimador del Error Cuadrático Medio Mínimo (MMSE) en base a la siguiente ecuación:

$$d_{est,k} = \left(\frac{\sigma_{d_{RSSI},k}^{-2}}{\sigma_{d_{RSSI},k}^{-2} + \sigma_{d_{RTT},k}^{-2}} \right) d_{RSSI,k} + \left(\frac{\sigma_{d_{RTT},k}^{-2}}{\sigma_{d_{RSSI},k}^{-2} + \sigma_{d_{RTT},k}^{-2}} \right) d_{RTT,k}$$

con varianza estimada como:

$$\sigma_{d_{est},k}^2 = \left(\sigma_{d_{RSSI},k}^{-2} + \sigma_{d_{RTT},k}^{-2} \right)^{-1}$$

Las ecuaciones anteriores pueden asumir que el ruido de RSSI y de RTT se puede modelar como Gaussiano y no correlacionado.

El estimador de distancia anterior puede descansar en RSSI cuando $\sigma_{d_{RTT},k}^2$ es grande, bien por la incertidumbre en el tiempo de procesamiento o mediciones de RTT muy ruidosas. Sin embargo, una vez que el tiempo de procesamiento es conocido (por ejemplo, bajo $\sigma_{\Delta,k}^2$), el estimador anterior de MMSE puede tener más peso sobre las mediciones de RTT.

Una vez que se ha determinado el conjunto de distancias $\{d_{est,k}\}$ para cada WAP 311k, el procedimiento puede proceder a continuación al Bloque 725, donde se puede determinar la posición del dispositivo móvil 108 usando técnicas de trilaterización conocidas. En otras realizaciones, se pueden usar la triangulación u otros algoritmos de posicionamiento. Las distancias con varianza más baja $\sigma_{d_{est,k}}^2$ pueden tener más peso en el algoritmo. El algoritmo de trilaterización también puede usar datos de localizaciones pasadas para realizar una suavización de la trayectoria usando, por ejemplo el filtrado Kalman.

III. Actualización de los modelos de fluctuación para mejorar la determinación de la posición

Para mejorar el procedimiento de determinación de la posición, diversas realizaciones de la invención proporcionan la actualización de los modelos de fluctuación para mejorar su precisión en un modo adaptativo. En una realización, los tiempos de procesamiento $\hat{\Delta}_k$ asociados con cada WAP 311k usado en el modelo de fluctuación de RTT se pueden actualizar usando un enfoque iterativo. De este modo, estos tiempos de procesamiento $\hat{\Delta}_k$ se pueden refinar mediante un procedimiento de aprendizaje para llegar a mejores valores. En otras realizaciones, los modelos de fluctuación de RSSI se pueden ajustar usando un procedimiento adaptativo para mejorar su fidelidad. Diferentes aspectos de los modelos se pueden monitorizar continuamente y actualizar si se determina que el modelo se debería mejorar.

La FIG. 8 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar 800 para mejorar de forma adaptativa un modelo de señal inalámbrica. La estación móvil 108 puede medir la distancia a cada WAP 311k usando un modelo de señal inalámbrica (B 815). Aunque en este punto solo se trata un modelo, por facilidad de explicación, otras realizaciones pueden usar una pluralidad de modelos de señal inalámbrica. A continuación se puede calcular una posición de la estación móvil 108 usando las técnicas de localización convencionales (por ejemplo, la trilaterización) (B 820). Una vez que se ha estimado la posición de la estación base 108, la estación móvil 108 puede calcular la distancia entre la posición estimada y cada uno de los WAP 311k. Usando las distancias calculadas determinadas en B 825 y las distancias medidas determinadas en B 815, la estación móvil 108 puede actualizar el modelo de señales inalámbricas para mejorar su fidelidad. Como se mostrará más adelante, por ejemplo, el modelo de fluctuación de RTT se puede mejorar por el tiempo de procesamiento actualizado $\hat{\Delta}_k$ asociado con cada WAP 311k. En otras realizaciones, los coeficientes asociados con el modelo de fluctuación de RSSI se pueden actualizar como también se describirá con más detalle más adelante.

Una vez que el modelo se actualiza en B 830, se puede realizar una prueba para determinar si el modelo ha convergido (B 835). Esta prueba puede ser un simple umbral de un parámetro de interés en el modelo o puede ser una métrica más sofisticada basada en mediciones estadísticas. Una vez que el modelo ha convergido, cualesquiera iteraciones adicionales solo pueden traer mejoras marginales al modelo y de este modo puede que no merezca la pena su realización. Si no se observa una convergencia adicional en B 835, a continuación se pueden realizar determinaciones de posición posteriores usando el modelo inalámbrico actualizado (B 840).

3.1 Actualización del modelo de RTT usando el Error Cuadrático Medio Mínimo

Con referencia de nuevo a la FIG. 8, en otra realización del procedimiento 800 descrito anteriormente, se

proporcionan los detalles a continuación cuando el modelo de la señal inalámbrica es el modelo de fluctuación de RTT. Una vez que se ha determinado la posición de la estación móvil, la estación móvil 108 puede actualizar los tiempos de procesamiento estimados $\hat{\Delta}_k$ para cada WAP 311k en base a la posición. Después de realizar la determinación de la posición en B 820 (por ejemplo, por trilaterización), la estación móvil 108 tiene la opción de actualizar una base de datos local (por ejemplo, la base de datos de parámetros 224) o remota con información acerca de los tiempos de procesamiento $\hat{\Delta}_k$, observados de los WAP 311k (por ejemplo, en base a MACID). Las realizaciones permiten al sistema de localización aprender y adaptarse con el tiempo variando cada $\hat{\Delta}_k$ sin requerir un coste de despliegue sustancial por adelantado.

A continuación se presentan más detalles para permitir a la estación móvil 108 actualizar su estimación del retardo de procesamiento. Este algoritmo puede asumir el error de trilaterización y la posición actual en el espacio no está correlacionada con mediciones anteriores. Esto es, la estación móvil 108 debería realizar este procedimiento de actualización del retardo de procesamiento cuando se ha movido lo suficientemente lejos de su localización anterior en el espacio. La estación móvil 108 podría estimar tal movimiento detectando un gran cambio en las mediciones de RSSI o de RTT y/o usando otros sensores (por ejemplo, el sensor de movimiento 212).

Después de la trilaterización, la estación móvil 108 puede calcular la distancia $d_{tri, k}$ entre las posiciones estimadas y el WAP 311k, El tiempo de ida y vuelta promedio \overline{RTT}_k y la distancia de pos-trilaterización $d_{tri, k}$ pueden estar relacionadas mediante la siguiente ecuación matricial:

$$\begin{bmatrix} \overline{RTT}_k \\ d_{tri, k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_k \\ d_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \bar{n}_k \\ \epsilon_k \end{bmatrix}$$

donde Δ_k es el tiempo de retardo de procesamiento exacto para el WAP 311k, d_k es la distancia exacta para el WAP 311k, \bar{n}_k es el ruido promedio en las mediciones de RTT, y ϵ_k es el error post-trilaterización. Definamos la varianza del error de trilaterización, que es desconocida como $\sigma_{d_{tri, k}}^2 = E[\epsilon_k^2]$. Una heurística razonable puede ser tomar la varianza promedio de las distancias de trilaterización, modeladas usando la siguiente ecuación, ya que la trilaterización puede tener un efecto de promediado sobre el error de posicionamiento.

$$\sigma_{d_{tri, k}}^2 = \sigma_{d_{tri}}^2 = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \sigma_{d_{tri, k}}^2$$

La estación móvil 108 puede modelar todas las variables sobre el lado derecho de la ecuación matricial anterior ya que no están correlacionadas y están normalmente distribuidas como se describe a continuación.

$$\Delta_k \sim \mathcal{N}(\hat{\Delta}_k, \sigma_{\hat{\Delta}_k}^2)$$

$$d_k \sim \mathcal{N}(d_{RSSI, k}, \sigma_{d_{RSSI, k}}^2)$$

$$\bar{n}_k \sim \mathcal{N}(\hat{\mu}_{n, k}, \hat{\sigma}_{n, k}^2 / m_k)$$

$$\epsilon_k \sim \mathcal{N}(0, \sigma_{d_{tri, k}}^2)$$

La estación móvil 108 puede formar a continuación una estimación actualizada de los tiempos de retardo del procesamiento usando las técnicas del error cuadrático medio mínimo como se muestra usando las ecuaciones siguientes:

$$\hat{\Delta}_{k, \text{nuevo}} = \left(\frac{\sigma_{\hat{\Delta}_k, \text{nuevo}}^2}{\sigma_{\hat{\Delta}_k}^2} \right) \hat{\Delta}_k + \left(1 - \frac{\sigma_{\hat{\Delta}_k, \text{nuevo}}^2}{\sigma_{\hat{\Delta}_k}^2} \right) \hat{\Delta}_{k, \text{medido}}$$

donde

$$\sigma_{\hat{\Delta}_{k,nuevo}}^2 = \left(\frac{1}{\sigma_{\hat{\Delta}_k}^2} + \frac{1}{\sigma_{n,k}^2 / m_k + 4(\sigma_{d_{RSSI,k}}^{-2} + \sigma_{d_{tri,k}}^{-2})} \right)^{-1}$$

y

$$\hat{\Delta}_{k,medido} = \overline{RTT}_k - \hat{\mu}_{n,k} - 2 \left(\frac{\sigma_{d_{RSSI,k}}^{-2}}{\sigma_{d_{RSSI,k}}^{-2} + \sigma_{d_{tri,k}}^{-2}} d_{RSSI,k} + \frac{\sigma_{d_{tri,k}}^{-2}}{\sigma_{d_{RSSI,k}}^{-2} + \sigma_{d_{tri,k}}^{-2}} d_{tri,k} \right)$$

El nuevo tiempo de procesamiento $\hat{\Delta}_{k,nuevo}$ puede ser una suma ponderada del tiempo de procesamiento actual $\hat{\Delta}_k$ y un tiempo de procesamiento medido $\hat{\Delta}_{k,medido}$, que se puede deducir a partir de las mediciones de RTT, las distancias de RSSI y las distancias de post-trilateración. Las ponderaciones pueden depender de la varianza estimada del tiempo de procesamiento. Durante las primeras etapas de aprendizaje, usualmente $\sigma_{\hat{\Delta}_{k,nuevo}}^2 \ll \sigma_{\hat{\Delta}_k}^2$ y el tiempo de procesamiento se actualiza con $\hat{\Delta}_{k,nuevo} \approx \hat{\Delta}_{k,medido}$. Durante las etapas intermedias $\hat{\Delta}_{k,nuevo}$ se puede actualizar siempre que las mediciones causen una disminución sustancial de $\sigma_{\hat{\Delta}_k}^2$. Una vez que $\hat{\Delta}_k$ ha convergido, en base a $\sigma_{\hat{\Delta}_{k,nuevo}}^2 \approx \sigma_{\hat{\Delta}_k}^2$, el tiempo de procesamiento puede alcanzar un estado estable con $\hat{\Delta}_{k,nuevo} \approx \hat{\Delta}_k$.

3.2 Actualización del modelo de RSSI usando técnicas iterativas

En otra realización del procedimiento mostrado en la FIG. 8, el modelo de señales inalámbricas puede estar basado en el modelo de fluctuación de RSSI. La FIG. 9 es un gráfico de modelos de fluctuación ejemplares usados para determinar la distancia entre la estación móvil y un punto de acceso inalámbrico en base a la RSSI. En diversas realizaciones, la estación móvil 108 puede "oír" las señales transmitidas por cada WAP 311k, donde las señales pueden estar en la forma de balizas. La intensidad de la señal de cada transmisión se puede convertir a distancia usando un modelo que puede estar basado en el entorno de despliegue, tal como, por ejemplo, un edificio de oficinas o un centro comercial. Como se muestra en la FIG. 9, la representación ejemplar de RSSI con respecto a la distancia es representativa de un entorno de interior, con los límites superior e inferior que se muestran. Estos límites pueden estar basados en la varianza de las RSSI. En otras realizaciones, como se describirá con más detalle más adelante para la FIG. 10, el modelo puede estar basado en los modelos de propagación basados en un mapa del despliegue de WAP.

Los modelos se pueden usar para convertir la intensidad de señal a distancia para cada WAP 311k. Una estimación de distancia inicial se puede determinar por el punto central del intervalo entre mínimo / máximo de la RSSI, aunque se pueden usar enfoques más sofisticados. La trilateración se puede realizar usando las estimaciones de distancia iniciales para aproximarse de forma gruesa a la posición de la estación móvil 108. En algunas realizaciones, la varianza de las mediciones de RSSI se puede usar para ponderar las estimaciones de distancia en base a la confianza antes de la trilateración (por ejemplo, las estimaciones de la distancia de baja varianza se pueden ponderar más altas que las estimaciones de alta varianza). Además, se pueden realizar múltiples mediciones para cada WAP 311 en un corto intervalo de tiempo para reducir el ruido mediante promediado, filtrado y/u otros procesamientos. En otras realizaciones, diversos modelos pueden proporcionar una distancia promedio, y una varianza en esta distancia como una función de RSSI.

Ventajas de usar tal modelo pueden incluir: evitar el consumo de tiempo en la huella de radiación del entorno de interés; no generar ningún tráfico inalámbrico adicional para determinar las estimaciones, y usar protocolos inalámbricos normalizados (por ejemplo, 802.11, a / b / g / n, etc.) sin tener que alterarlos.

La FIG. 10 ilustra un diagrama de un entorno ejemplar de interior 1000 que se puede modelar para mejorar las estimaciones de la distancia entre los puntos de acceso inalámbricos y una estación móvil en base a la RSSI. En este entorno, la estación móvil 108 puede ser capaz de intercambiar señales inalámbricas con una pluralidad de Puntos de Acceso Inalámbricos de Redes de Área Local (LAN - WAP) 1006. Algunos LAN -WAP, por ejemplo 1006a, 1006c y 1006e, pueden estar dentro de la línea de visión con la estación móvil 108. Se puede esperar, en

ausencia de otras formas de interferencia electrónica, que las señales recibidas desde los LAN - WAP 1006a - 1006c, y 1006e sean relativamente fuertes. Otros LAN - WAP, por ejemplo 1006b y 1006d pueden residir en diferentes estancias, y pueden tener las señales atenuadas por las obstrucciones de construcción tales como las paredes. La atenuación de las señales intercambiadas con los LAN - WAP 1006b y 1006e pueden variar dependiendo del material usado en la construcción de las paredes. Los modelos de RSSI que relacionan la distancia y la intensidad de señal se pueden generar en base al entorno de interior 1000. Tales modelos pueden incluir la geometría de cada LAN - WAP en relación con el dispositivo móvil 108, y/o la geometría de cada LAN - WAP en relación con las obstrucciones dentro del entorno. Además, tales modelos pueden incluir también otros factores que afectan a la señal, tal como, por ejemplo el material de las obstrucciones para modular sus efectos de atenuación (por ejemplo, paredes metálicas frente a paneles de yeso), los patrones de radiación de las antenas de LAN - WAP, las señales interferentes procedentes de fuentes no deseadas (por ejemplo, otros WAP externos a la LAN), la marca y modelo de cada uno de los LAN - WAP individuales 1006, etc.

En algunas realizaciones, la estación móvil puede haber recibido ya la geometría de la red LAN - WAP a través de un canal particular. Tal canal se puede usar para proporcionar información acerca de las condiciones locales que se puede presumir que existen. Por ejemplo, se puede usar el canal para proporcionar un modelo basado en un trazado de rayos de las condiciones locales que mejorarían la fidelidad del modelo de RSSI base. Este modelo se podría proporcionar en una forma tan detallada como un trazado de rayos del lugar o tan simple como una referencia a un conjunto conocido de modelos (por ejemplo, "auditorio", "planta de cubículos", "oficina de gran altura"). En otras realizaciones, se puede proporcionar un mapa completo del entorno, y la estación móvil 108 también puede producir su propio modelo de trazado de rayos y/o realizar el emparejamiento de patrones para recoger un modelo de RSSI más apropiado.

En otras realizaciones, el modelo de RSSI puede ser de naturaleza dinámica, y de este modo se puede refinar en un modo iterativo con el tiempo ya que la estación móvil 108 se mueve a través del entorno 1000. Por ejemplo, la estación móvil 108 puede comenzar inicialmente con un modelo simple de cómo se comporta la RSSI con la distancia (por ejemplo como se describió anteriormente en la FIG. 5 y la FIG. 9), usando un modelo de trazado de rayos generado a partir de un mapa del entorno, y/o a partir de un modelo genérico tal como una oficina, almacén, centro comercial, etc. La estación móvil 108 se puede mover entonces alrededor del entorno, localizándose a sí mismo usando el algoritmo de posicionamiento descrito anteriormente. Las desviaciones del modelo se pueden comparar y se puede actualizar el modelo, en base a la posición calculada de la estación móvil 108.

3.3 Actualización del módulo de RTT por intervalos delimitadores usando el modelo de RSSI

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra otro procedimiento ejemplar 1100 para el cual se usan tanto módulos de fluctuación de RTT como de RSSI para la determinación de la posición de una estación móvil y la mejora adaptativa del modelo de RTT.

En esta realización, la estación móvil puede determinar una estimación inicial de los tiempos de procesamiento de los WAP 311 en base a limitaciones conocidas de los intervalos de radio WAP. La estación móvil 108 puede calcular su posición usando un algoritmo de trilateración, donde típicamente al menos tres WAP 311 son visibles en un espacio bidimensional. La estación móvil puede realizar actualizaciones para las estimaciones anteriores de los tiempos de procesamiento de los WAP 311 comparando su posición calculada más reciente con soluciones de posición anteriores. Usando los cálculos de la posición actualizada y mediciones de RTT adicionales, la estación móvil 108 puede continuar refinando la estimación del tiempo de procesamiento a medida que se toman más mediciones. Los detalles de este procedimiento se muestran a continuación.

El procedimiento 1100 puede comenzar teniendo el dispositivo móvil 108 que inicializar diversos parámetros asociados con cada WAP 311k (B 1105). Este procedimiento puede ser similar a la inicialización descrita en B 605. La estación móvil 108 puede realizar a continuación mediciones de RTT para cada WAP 311k (B 1110). Como anteriormente, el modelo para RTT se puede proporcionar como:

$$RTT_k = 2d_k + \Delta_k + n_k,$$

donde

d_k es la distancia real (en metros) entre la estación móvil 108 y el WAP 311k;

Δ_k es el tiempo de procesamiento real (ns) para el WAP 311k; y

n_k es el ruido uniforme que tiene una media y una varianza que depende de la distancia d_k .

Como en la realización anterior, el procedimiento anterior puede estimar el tiempo de procesamiento Δ_k para cada WAP 311k. Obsérvese que este modelo difiere del modelo usado en el procedimiento mencionado anteriormente 800 descrito anteriormente en 3.1, en que el ruido n_k se puede modelar en este caso usando una distribución uniforme, mientras que en el procedimiento 800 se puede usar una distribución Gaussiana. El ruido n_k se puede mitigar promediando varias mediciones tomadas en la misma localización. Este supuesto puede ser razonable si la estación móvil 108 está fija o moviéndose a baja velocidad.

Se puede observar que, como se ha presentado anteriormente, debido a que las unidades para la distancia y el

tiempo están en metros y en nanosegundos, respectivamente, la velocidad de propagación de la luz se puede estimar como $\sim 0,3\text{metros} / \text{nanosegundo}$.

Una vez que se determinan los RTT_k , la estación móvil puede determinar una estimación inicial del tiempo de procesamiento de cada WAP 311k $\hat{\Delta}_k$ en base a las mediciones de la intensidad de señal (B 1115).

- 5 Determinando la intensidad de uno o más paquetes recibidos usados en la realización de las mediciones de RTT en el Bloque 1110, la estación móvil 108 puede agrupar la distancia d_k a un WAP 311k para que esté en un intervalo entre un intervalo máximo ($R_{k, \max}$) y un intervalo mínimo ($R_{k, \min}$) como se representa por la siguiente ecuación.

$$R_{k, \min} \leq d_k \leq R_{k, \max}$$

- 10 Si el tiempo de procesamiento es diferente para cada WAP 311k, la estimación inicial del tiempo de procesamiento $\hat{\Delta}_{k, \text{inicial}}$ se puede aproximar como el punto medio del intervalo anterior para cada WAP 311k:

$$\hat{\Delta}_{k, \text{inicial}} = E [RTT_k - n_k - R_{k, \min} - R_{k, \max}] = RTT_k - R_{k, \min} - R_{k, \max}$$

Si el tiempo de procesamiento es el mismo para cada WAP 311k, la estimación inicial del tiempo de procesamiento $\hat{\Delta}_{k, \text{inicial}}$ se puede aproximar como el punto medio de la intersección de los intervalos anteriores para los WAP 311:

15
$$\hat{\Delta}_{k, \text{inicial}} = \hat{\Delta}_k = \frac{\max(RTT_k - 2R_{k, \max}) + \min(RTT_k - 2R_{k, \min})}{2}$$

El procedimiento 1100 puede calcular a continuación la posición de la estación móvil en base a los RTT medidos y a continuación las estimaciones de los tiempos de procesamiento de los WAP (B 1120). Para determinar la posición, la estación móvil 108 puede convertir las mediciones de RTT asociadas con cada uno de los WAP 311k a una distancia estimada \hat{d}_k . La distancia estimada a cada uno de los WAP 311k se puede estimar usando la siguiente ecuación.

- 20

$$\hat{d}_k = \max\left(0, \frac{RTT_k - \hat{\Delta}_k}{2}\right)$$

- 25 Una vez que se determinan el conjunto de distancias $\{\hat{d}_k\}$ para los WAP 311k disponibles, la estación móvil 108 puede calcular su posición (x, y) usando trilaterización. Típicamente, el error en la posición calculada (x, y) es menor que el error asociado con cada distancia estimada.

El procedimiento puede actualizar a continuación la distancia a cada WAP 311 y a continuación determinar un nuevo tiempo de procesamiento para cada WAP en base a la nueva distancia (B 1125). La nueva distancia a cada WAP 311k se puede determinar usando la siguiente ecuación.

- 30

$$\hat{d}'_k = \|(x, y) - (x_k, y_k)\|$$

donde

- 35 (x, y) es la posición más reciente de la estación móvil
 (x_k, y_k) es la posición de cada WAP 311k

A partir de la nueva estimación de distancia \hat{d}'_k , la estación móvil 108 puede actualizar la estimación del tiempo de procesamiento $\hat{\Delta}'_k$ usando la siguiente ecuación, cuando cada WAP 311k tiene un tiempo de procesamiento diferente.

$$\hat{\Delta}'_k = RTT_k - 2\hat{d}'_k$$

- 40 Si se puede asumir que cada WAP 311k tiene sustancialmente el mismo tiempo de procesamiento, la siguiente ecuación se puede usar para actualizar la estimación del tiempo de procesamiento.

$$\hat{\Delta}' = \text{media} (RTT_k - 2\hat{d}'_k)$$

Se puede realizar una prueba para determinar si se deberían realizar iteraciones adicionales para refinar adicionalmente las estimaciones del tiempo de procesamiento. En una realización, las estimaciones del procesamiento de los WAP 311 se pueden comprobar para determinar si han convergido (B 1135). Como alternativa se puede realizar una prueba sobre las distancias a cada uno de los WAP, o funciones matemáticas de las mismas (por ejemplo, distancias medias), para determinar si se deberían realizar refinamientos adicionales para el tiempo de procesamiento. Si las iteraciones adicionales son útiles, el procedimiento 1100 puede reiniciar el bucle en el bloque 1140, donde se mide de nuevo el tiempo de ida y vuelta a cada uno de los WAP 311k. Se debería apreciar que se pueden realizar múltiples mediciones, y se pueden combinar matemáticamente con mediciones anteriores (por ejemplo, por promediado, filtrado FIR / IIR, etc.), para mitigar los efectos del ruido. Las nuevas mediciones de RTT se pueden usar a continuación en una reiteración de los bloques 1120 a 1125 para refinar la estimación del tiempo de procesamiento $\hat{\Delta}_k$ asociada con cada WAP 311k.

Si en B 1135 se determina que no se deberían realizar refinamientos adicionales para el tiempo de procesamiento, el procedimiento 1100 puede monitorizar a continuación la posición de la estación móvil 108 para determinar si ha cambiado su posición (B 1141). Si es así, la estación móvil 108 puede repetir el procedimiento 1100 comenzando el bucle de nuevo por el bloque 1110. En este caso, si se descubren nuevos WAP, se pueden calcular los tiempos de procesamiento iniciales como se ha descrito anteriormente en el bloque 1115. Sin embargo, para los WAP que están aún en cobertura que ya se han refinado los tiempos de procesamiento determinados (asumiendo que sean diferentes), los tiempos refinados para estos WAP se pueden usar para mejorar la eficiencia del procedimiento 1100. Si se determina en el bloque 1141 que la posición de la estación móvil 108 no ha cambiado, la estación móvil puede monitorizar su posición para detectar cambios en la posición (B 1142).

En algunas realizaciones, la determinación de si la estación móvil 108 ha cambiado de posición en el bloque 1141 se puede lograr usando el detector de movimiento 212, o alguna otra forma de determinación de posición (por ejemplo, AFLT, GPS, etc.). En estas realizaciones, el estado de movimiento del dispositivo móvil se puede monitorizar, y una vez que se detecta el movimiento, el procedimiento se reanuda como se ha descrito anteriormente.

En otras realizaciones, donde la estación móvil puede no tener un sensor de movimiento 212, o el entorno impide la detección de movimiento a través de otros medios (por ejemplo, cobertura de señal insuficiente para GPS y/o AFLT), la estación móvil puede monitorizar su posición en el bloque 1142 continuando la medida de RTT para cada WAP 311k usando los tiempos de procesamiento actualizados (B 1145), y determinando a continuación su posición (B 1150) en base a los tiempos de procesamiento de los WAP actualizados como se ha descrito anteriormente.

Los expertos en la materia apreciarán que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una diversidad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y chips que se puedan referir a lo largo de la descripción anterior, se pueden representar por voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas o cualquier combinación de las mismas.

Además, los expertos en la materia apreciarán que los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo descritas en conexión con las realizaciones desveladas en este documento se pueden implementar como hardware electrónico, software de ordenador, o combinaciones de los mismos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, los diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativas en general se han descrito anteriormente en términos de su funcionalidad. Si se implementa tal funcionalidad como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los expertos en la materia pueden implementar la funcionalidad descrita de formas variables para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación, no se deberían interpretar como causa de desviación del ámbito de la presente invención.

Las metodologías descritas en este documento se pueden implementar por diversos medios dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, estas metodologías se pueden implementar en hardware, firmware, software o cualquier combinación de los mismos. Para una implementación hardware, las unidades de procesamiento se pueden implementar dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señal digital (DSP), dispositivos de procesamiento de señal digital (DSPD), dispositivos de lógica programable (PLD), redes de puertas programables en campo (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, dispositivos electrónicos, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en este documento o una combinación de los mismos.

Para una implementación de firmware y/o software, las metodologías se pueden implementar con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, y así sucesivamente) que realizan las funciones descritas en este documento. Cualquier medio legible por una máquina que incorpora instrucciones de forma tangible se puede usar en la implementación de las metodologías descritas en este documento. Por ejemplo, los códigos software se pueden almacenar en una memoria y ejecutarse por una unidad de procesador. La memoria se puede implementar dentro de la unidad de procesador o externa a la unidad de procesador. Como se usa en ese documento el término "memoria" se refiere a cualquier tipo de memoria de largo plazo, de corto plazo, volátil, no volátil u otra memoria y no

está limitada a cualquier tipo de memoria particular o el número de memorias o el tipo de medios sobre los que se almacena la memoria.

5 Si se implementa en firmware y/o software, las funciones se pueden almacenar como una o más instrucciones o código sobre un medio legible por ordenador. Ejemplos incluyen medios legibles por ordenador codificados con una estructura de datos y medios legibles por ordenador codificados con un programa de ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen los medios de almacenamiento de ordenador físicos. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder por un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, un almacenamiento de disco magnético, u otros dispositivos de almacenamiento magnético o cualquier otro medio que se pueden usar para almacenar el código de programa deseado en la forma de instrucciones o estructuras de datos y que se pueden acceder por un ordenador, disco óptico o disco magnético, como se usa en este documento, incluye el disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco blu-ray donde los discos magnéticos reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos ópticos reproducen datos ópticamente con láser. También se deberían incluir combinaciones de los anteriores dentro del ámbito de los medios legibles por ordenador.

10 Además de almacenarse sobre medios legibles por ordenador, las instrucciones y/o los datos se pueden proporcionar como señales sobre medios de transmisión incluidos en un aparato de comunicación. Por ejemplo, un aparato de comunicación puede incluir un transceptor que tiene señales indicativas de instrucciones y datos. Las instrucciones y los datos se configuran para causar que uno o más procesadores implementen las funciones perfiladas en las reivindicaciones. Esto es, el aparato de comunicaciones incluye medios de transmisión con señales indicativas de información para realizar las funciones desveladas. En la primera vez, los medios de transmisión incluidos en el aparato de comunicación pueden incluir una primera porción de la información para realizar las funciones desveladas, mientras que en una segunda vez los medios de transmisión incluidos en el aparato de comunicación pueden incluir una segunda porción de la información para realizar las funciones desveladas.

25 Aunque la revelación anterior muestra realizaciones ilustrativas de la invención, se debería observar que se podrían realizar diversos cambios y modificaciones sin apartarse del ámbito de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas. Las funciones, etapas, y/o acciones de las reivindicaciones del procedimiento de acuerdo con las realizaciones de la invención descritas en este documento no necesitan realizarse en ningún orden particular. Además, aunque los elementos de la invención se pueden describir o reivindicar en singular, está contemplado el plural a menos que se establezca explícitamente la limitación para el singular.

Sumario adicional de la invención

1. Un procedimiento para determinar inalámbricamente una posición de una estación móvil, que comprende:
 - 35 medir un tiempo de ida y vuelta (RTT) para cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos; estimar una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y un tiempo de procesamiento inicial asociado con cada punto de acceso inalámbrico; estimar una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a información suplementaria; combinar la primera y segunda estimaciones de distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos; y calcular la posición de la estación móvil en base a las estimaciones de distancia combinadas.
- 40 2. El procedimiento del punto 1, en el que la información suplementaria incluye la indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI), una estimación de posición anterior, y/o una información proporcionada por Bluetooth, balizas, etiquetas de RFID, coordenadas de un mapa y/o las señales del Sistema de Posicionamiento de Satélite (SPS).
3. El procedimiento del punto 1, en el que la determinación de la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos comprende:
 - 45 medir una intensidad de la señal recibida de un paquete procedente de cada punto de acceso inalámbrico; y estimar una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la intensidad de la señal medida.
4. El procedimiento del punto 3, en el que la estimación de una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la intensidad de la señal medida comprende además:
 - 50 relacionar una indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI) con la distancia utilizando un modelo.
5. El procedimiento del punto 4, en el que el modelo proporciona una distancia promedio, y una varianza en esta distancia, como una función de RSSI.
6. El procedimiento del punto 4, en el que el modelo asume un entorno de interior y proporciona los límites superior e inferior para RSSI como una función de la distancia entre la estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.

7. El procedimiento del punto 6, en el que el modelo incluye además un modelo de propagación basado en un mapa que indica el despliegue de cada punto de acceso inalámbrico.
8. El procedimiento del punto 4, en el que el modelo se refiere a la RSSI para una distancia máxima aproximada entre la estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.
- 5 9. El procedimiento del punto 1, en el que la medición de un tiempo de retardo de ida y vuelta al punto de acceso inalámbrico comprende además:
- transmitir un paquete desde la estación móvil al punto de acceso;
 registrar un primer tiempo de cuando se envió el paquete transmitido;
 recibir un paquete de respuesta desde el punto de acceso inalámbrico en respuesta al paquete transmitido;
- 10 registrar un segundo tiempo de cuando se recibió el paquete de respuesta; y
 calcular una diferencia entre el segundo tiempo registrado y el primer tiempo registrado.
10. El procedimiento del punto 9, en el que el paquete transmitido usa un paquete con un único destino por el que la estación móvil no se asocia con el punto de acceso inalámbrico.
- 15 11. El procedimiento del punto 9, en el que el paquete transmitido usa un paquete por el que la estación móvil se asocia con el punto de acceso inalámbrico-
12. El procedimiento del punto 10, en el que la estación móvil y los puntos de acceso inalámbricos operan de acuerdo con las normativas 802.11 de IEEE, las normativas de funcionamiento en red de una pico-red celular, una femtocélula celular y/o Bluetooth.
13. El procedimiento del punto 1, que comprende además:
- 20 seleccionar cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a un indicador de intensidad de la señal recibida.
14. El procedimiento del punto 1, en el que el cálculo de la posición de la estación móvil que usa las distancias primera y segunda a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos comprende además:
- 25 determinar la distancia combinada realizando una combinación ponderada de las distancias primera y segunda, en el que la primera distancia se pondera por una primera varianza asociada con las mediciones de RSSI, y la segunda distancia se pondera por una segunda varianza asociada con un ruido del tiempo de ida y vuelta; y realizar la trilaterización usando la distancia combinada asociada con cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.
15. Un aparato para la determinación de posición inalámbrica, que comprende:
- 30 un transceptor inalámbrico;
 un procesador acoplado con el transceptor inalámbrico; y
 una memoria acoplada al procesador, en el que la memoria almacena instrucciones ejecutables y datos para causar que el procesador:
- 35 mida un tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos,
 estime una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y un tiempo de procesamiento inicial asociado con cada punto de acceso inalámbrico,
 estime una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a información suplementaria,
 combine las estimaciones de la primera y la segunda distancias a cada uno de los puntos de acceso
- 40 inalámbrico, y
 calcule la posición de la estación móvil en base a las estimaciones de distancia combinadas.
16. El aparato del punto 15, en el que la información suplementaria incluye la indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI), una estimación de posición anterior, y/o información proporcionada por Bluetooth, balizas, etiquetas de RFID, coordenadas desde un mapa y/o señales del Sistema de Posicionamiento por Satélite (SPS).
- 45 17. El aparato del punto 15, en el que las instrucciones para la determinación de la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico causa además que el procesador
 mida una intensidad de la señal recibida de un paquete desde cada uno de los puntos de acceso inalámbricos, y
 estime una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la intensidad de la señal medida.
- 50 18. El aparato del punto 17, en el que las instrucciones para la estimación de una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos basada en la intensidad de la señal medida causa además que el procesador
 relacione la indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI) y la distancia utilizando un modelo

19. El aparato del punto 18, en el que el modelo proporciona una distancia promedio, y una varianza de esta distancia, como una función de RSSI.
20. El aparato del punto 18, en el que el modelo asume un entorno de interior y proporciona límites superior e inferior para la RSSI como una función de la distancia entre la estación móvil y el punto de acceso inalámbrico.
- 5 21. El aparato del punto 20, en el que el modelo incluye además un modelo de propagación basado en un mapa que indica el despliegue de cada punto de acceso inalámbrico.
22. El aparato del punto 18, en el que el modelo se refiere a la RSSI para una distancia máxima apropiada entre la estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.
- 10 23. El aparato del punto 15, en el que las instrucciones para la medición de un tiempo de retardo de ida y vuelta al punto de acceso inalámbrico causa además que el procesador
- transmita un paquete desde la estación móvil al punto de acceso,
 registre un primer tiempo de cuando se envió el paquete transmitido;
 reciba un paquete de respuesta desde el punto de acceso inalámbrico en respuesta al paquete transmitido;
 registre un segundo tiempo de cuando se recibió el paquete de respuesta; y
 15 calcule una diferencia entre el segundo tiempo registrado y el primer tiempo registrado
24. El aparato del punto 23, en el que el paquete transmitido usa un paquete de un único destino por el que la estación móvil no se asocia con el punto de acceso inalámbrico.
25. El aparato del punto 23, en el que el paquete transmitido usa un paquete por el que la estación móvil se asocia con el punto de acceso inalámbrico.
- 20 26. El aparato del punto 24, en el que la estación móvil y los puntos de acceso inalámbricos operan de acuerdo con las normativas 802.11 de IEEE, las normativas de funcionamiento en red de una pico-red celular, una femtocélula celular y/o Bluetooth.
27. El aparato del punto 15, que comprende además instrucciones que causan que el procesador seleccione cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a un indicador de la intensidad de señal recibida.
- 25 28. El aparato del punto 15, en el que las instrucciones para calcular la posición de la estación móvil que usa la primera y la segunda distancias a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos causa además que el procesador determine la distancia combinada realizando una combinación ponderada de las distancias primera y segunda, en el que la primera distancia se pondera por una primera varianza asociada con las mediciones de RSSI y la segunda distancia se pondera por una segunda varianza asociada con un ruido del tiempo de ida y vuelta, y
- 30 realice la trilaterización usando la distancia combinada asociada con cada uno de los puntos de acceso inalámbricos
29. Un aparato para la determinación de la posición inalámbrica, que comprende:
- medios para la medición de un tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos;
 35 medios para la estimación de una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y un tiempo de procesamiento inicial asociado con cada uno de los puntos de acceso inalámbrico;
 medios para la estimación de una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la información suplementaria;
 40 medios para la combinación de las estimaciones de distancia primera y segunda a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
 medios para el cálculo de la posición de la estación móvil en base a las estimaciones de distancia combinadas.
30. El aparato del punto 29, en el que la información suplementaria incluye el indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI), una estimación de posición anterior, y/o información proporcionada por Bluetooth, balizas, etiquetas de RFID, coordenadas de un mapa y/o señales del Sistema de Posicionamiento de Satélite (SPS).
- 45 31. El aparato del punto 29, en el que la determinación de la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico comprende además:
- medios para la medición de la intensidad de una señal recibida de un paquete desde cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
 50 medios para la estimación de una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la intensidad de la señal medida.
32. El aparato del punto 31, en el que la estimación de la distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la intensidad de la señal medida comprende además:

medios para relacionar el indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI) y la distancia usando un procedimiento.

33. El aparato del punto 32, en el que el modelo proporciona una distancia promedio y una varianza en esta distancia, como una función de la RSSI.
- 5 34. El aparato del punto 32, en el que el modelo asume un entorno de interior y proporciona límites superior e inferior para la RSSI como una función de la distancia entre la estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.
35. El aparato del punto 34, en el que el modelo incluye además un modelo de propagación en base a un mapa que indica el despliegue de cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.
- 10 36. El aparato del punto 32, en el que el modelo se refiere a la RSSI para una distancia máxima aproximada entre la estación móvil y un punto de acceso inalámbrico.
37. El aparato del punto 29, en el que la medición de un tiempo de retardo de ida y vuelta al punto de acceso inalámbrico comprende además:
- 15 medios para transmitir un paquete desde la estación móvil al punto de acceso;
 medios para registrar un primer tiempo de cuando se envió el paquete transmitido;
 medios para recibir un paquete de respuesta desde el punto de acceso inalámbrico en respuesta al paquete transmitido;
 medios para registrar un segundo tiempo de cuando se recibió el paquete de respuesta; y
 medios para calcular una diferencia entre el segundo tiempo registrado y el primer tiempo registrado.
- 20 38. El aparato del punto 37, en el que el paquete transmitido usa un paquete de destino único por el que la estación móvil no se asocia con el punto de acceso inalámbrico.
39. El aparato del punto 37, en el que el paquete transmitido usa un paquete por el que la estación móvil se asocia con el punto de acceso inalámbrico.
- 25 40. El aparato del punto 38, en el que la estación móvil y los puntos de acceso inalámbricos operan de acuerdo con las normativas 802.11 de IEEE, las normativas de funcionamiento en red de una pico-red celular, una femtocélula celular y/o Bluetooth.
41. El aparato del punto 29, que comprende además:
- medios para seleccionar cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a un indicador de la intensidad de señal recibida.
- 30 42. El aparato del punto 29, en el que el cálculo de la posición de la estación móvil usando la primera y la segunda distancias a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos comprende además:
- 35 medios para determinar la distancia combinada realizando una combinación ponderada de las distancias primera y segunda, en el que la primera distancia se pondera por una primera varianza asociada con las mediciones de RSSI y la segunda distancia se pondera por una segunda varianza asociada con un ruido del tiempo de ida; y vuelta; y
 medios para realizar la trilaterización usando la distancia combinada asociada con cada uno de los puntos de acceso inalámbricos.
43. Un procedimiento para la determinación de forma inalámbrica de una posición de una estación móvil usando señales proporcionadas por una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, que comprende:
- 40 medir una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a un modelo de señal inalámbrica;
 calcular una posición de la estación móvil en base a las distancias medidas;
 determinar una distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil;
 actualizar el modelo de señales inalámbricas en base a las distancias medidas y calculadas a cada uno de los
 45 puntos de acceso inalámbricos; y
 determinar si el modelo de señal inalámbrica ha convergido.
44. El procedimiento de acuerdo con el punto 43 que comprende además:
- repetir el procedimiento de la reivindicación 43 cuando el modelo de señal inalámbrica no ha convergido.
- 50 45. El procedimiento de acuerdo con el punto 43 que comprende además:
- determinar que el modelo de señal inalámbrica no ha convergido;
 refinar la medición de distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al modelo de señales

- inalámbricas actualizado;
 calcular una posición refinada de la estación móvil en base a la medición de distancias refinada;
 determinar otra distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición refinada de la estación móvil; y
 5 actualizar el modelo de señales inalámbricas en base a la medición refinada y las distancias calculadas a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.
46. El procedimiento de acuerdo con el punto 43, en el que el modelo de señales inalámbricas relaciona la distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbrico con el tiempo de ida y vuelta (RTT) de la señal inalámbrica.
- 10 47. El procedimiento de acuerdo con el punto 46, que comprende además:
 medir un tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico;
 determinar una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al tiempo de retardo de ida y vuelta;
 15 determinar una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a información suplementaria:
 calcular la posición de la estación móvil usando la primera y la segunda distancias a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
 actualizar el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición calculada de la estación móvil.
- 20 48. El procedimiento de acuerdo con el punto 47, que comprende además:
 determinar que al menos uno de los tiempos de procesamiento actualizados no ha convergido;
 medir el tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de la pluralidad de puntos de acceso inalámbrico;
 25 determinar una primera distancia revisada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y el tiempo de procesamiento actualizado asociado con cada uno de los puntos de acceso inalámbrico;
 calcular una posición posterior de la estación móvil usando la primera distancia revisada y la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
 refinar el tiempo de procesamiento actualizado para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición posterior de la estación móvil.
- 30 49. El procedimiento de acuerdo con el punto 47, en el que la información suplementaria se puede deducir a partir de modelos de RSSI, una estimación de posición anterior, una información proporcionada por Bluetooth, balizas, etiquetas de RFID, coordenadas de un mapa, y/o señales del Sistema de Posicionamiento de Satélite (SPS).
50. El procedimiento de acuerdo con el punto 43, en el que el modelo de señal inalámbrica relaciona la distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbrico con la indicación de la intensidad de la señal recibida (RSSI) de la señal inalámbrica.
- 35 51. El procedimiento del punto 50, en el que el modelo asume un entorno de interior y comprende además:
 recibir un modelo inicial del entorno de interior;
 calcular una posición inicial de la estación móvil en base a la distancia inicial a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
 40 actualizar el modelo inicial usando la posición inicial calculada y la intensidad de la señal recibida del paquete.
52. El procedimiento del punto 51, que comprende además:
 actualizar el modelo del entorno de interior en base a las posiciones posteriores y las mediciones de la intensidad de la señal recibida a medida que la estación móvil se mueve dentro del entorno de interior.
53. El procedimiento del punto 51, en el que el modelo inicial se genera en base a rayos que trazan un mapa del entorno de interior.
- 45 54. El procedimiento del punto 51, en el que el modelo inicial se genera en base a modelos genéricos de entornos de interior.
55. El procedimiento del punto 53 en el que los modelos genéricos de entornos de interior incluyen entornos de oficina, entornos de almacén, y/o entornos de centro comercial.
- 50 56. El procedimiento del punto 51, en el que el cálculo de la posición inicial de la estación móvil comprende además:
 determinar una distancia inicial a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al modelo inicial; y
 realizar la trilaterización, usando las distancias iniciales

57. El procedimiento del punto 51, en el que el cálculo de la posición inicial de la estación móvil comprende además:
emparejar los valores de RSSI observados con la base de datos de la huella de radiación.
58. El procedimiento del punto 43, en el que la determinación de la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico comprende además:
- 5 determinar un ruido de RTT medio a partir de la información suplementaria;
restar el tiempo de procesamiento inicial y el ruido de RTT medio de los RTT para determinar un valor del tiempo ajustado; y
convertir el tiempo ajustado a la segunda distancia.
59. El procedimiento del punto 58, en el que el valor del ruido medio de RTT se basa en el valor de la indicación de intensidad de la señal recibida asociada con cada uno de los puntos de acceso inalámbricos.
60. El procedimiento del punto 43, en el que se determina que el modelo de señal inalámbrica ha convergido, comprendiendo además:
almacenar los parámetros asociados con el modelo de señales inalámbricas.
61. Un aparato para la determinación de la posición inalámbrica de una estación móvil que usa señales proporcionadas por una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, que comprende:
- 15 un transceptor inalámbrico;
un procesador acoplado al transceptor inalámbrico; y
una memoria acoplada con el procesador, en el que la memoria almacena instrucciones ejecutables y datos para causar que el procesador:
- 20 mida una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a un modelo de señal inalámbrica,
calcule una posición de la estación móvil en base a la distancia medida,
determine una distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición
calculada de la estación móvil,
25 actualice el modelo de señal inalámbrica en base a las distancias medidas y calculadas a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos; y
determine si el modelo de señal inalámbrica ha convergido.
62. El aparato de acuerdo con el punto 61, que comprende además instrucciones que causan que el procesador repita las instrucciones de la reivindicación 61 cuando el modelo de señales inalámbricas no ha convergido.
63. El aparato de acuerdo con el punto 61, que comprende además instrucciones que causan que el procesador
determine que el modelo de señal inalámbrica no ha convergido,
refine la medición de distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al modelo de señal
inalámbrico actualizado,
calcule una posición refinada de la estación móvil en base a la medición de distancia refinada,
35 determine otra distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición refinada de la estación móvil, y
actualice el modelo de señales inalámbricas en base a la medición refinada y las distancias calculadas a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.
64. El aparato de acuerdo con el punto 61, en el que el modelo de señal inalámbrica relaciona la distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbrico con un tiempo de ida y vuelta (RTT) de la señal inalámbrica.
65. El aparato de acuerdo con el punto 64, que comprende además instrucciones que causan que el procesador
mida un tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos,
determine una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al tiempo de retardo de
45 ida y vuelta,
determine una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la información suplementaria,
calcule la posición de la estación móvil usando la primera y segunda distancias a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos, y
50 actualice el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición calculada de la estación móvil.
66. El aparato de acuerdo con el punto 65, que comprende además instrucciones que causan que el procesador

- determine que al menos uno de los tiempos de procesamiento actualizados no han convergido, mida el tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, determine una primera distancia revisada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y el tiempo de procesamiento actualizado asociado con cada uno de los puntos de acceso inalámbrico,
- 5 calcule una posición posterior de la estación móvil usando la primera distancia revisada y la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico, y refine el tiempo de procesamiento actualizado para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición posterior de la estación móvil.
- 10 67. El aparato de acuerdo con el punto 65, en el que la información suplementaria se puede deducir a partir de los modelos de RSSI, una estimación de posición anterior, información proporcionada por Bluetooth, balizas, etiquetas de RFID, coordenadas de un mapa y/o señales del Sistema de Posicionamiento de Satélite (SPS).
68. El aparato de acuerdo con el punto 61, en el que el modelo de señales inalámbricas relaciona la distancias entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbrico con la indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI) de la señal inalámbrica.
- 15 69. El aparato del punto 68, en el que el modelo asume un entorno de interior y el aparato comprende además instrucciones que causan que el procesador reciba un modelo inicial del entorno de interior, calcule una posición inicial de la estación móvil en base a la distancia inicial a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico, y
- 20 actualice el modelo inicial usando la posición inicial calculada y la intensidad de la señal recibida del paquete.
70. El aparato del punto 69, que comprende además instrucciones que causan que el procesador actualice el modelo del entorno de interior en base a las posiciones posteriores y las mediciones de la intensidad de la señal recibida a medida que la estación móvil se mueve dentro del entorno de interior.
- 25 71. El aparato del punto 69, en el que el modelo inicial se genera en base a rayos que trazan un mapa de un entorno de interior.
72. El aparato del punto 69, en el que el modelo inicial se genera en base a modelos genéricos de los entornos de interior.
- 30 73. El aparato del punto 71, en el que los modelos genéricos de entornos de interior incluyen entornos de oficina, entornos de almacén y/o entornos de centro comercial.
74. El aparato del punto 69, en el que el cálculo de una posición inicial de la estación móvil comprende además instrucciones que causan que el procesador determine una distancia inicial a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al modelo inicial, y realice una trilaterización usando las distancias iniciales.
- 35 75. El aparato del punto 69, en el que el cálculo de la posición inicial de la estación móvil comprende además instrucciones que causan que el procesador empareje los valores de RSSI observados con una base de datos de las huellas de radiación.
76. El aparato del punto 61, en el que la determinación de la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos comprende además instrucciones que causan que el procesador
- 40 determine un ruido medio de RTT a partir de información suplementaria, reste el tiempo de procesamiento inicial y el ruido medio de RTT de los RTT para determinar un valor de tiempo ajustado y convierta el tiempo ajustado a la segunda distancia.
77. El aparato del punto 76, en el que el valor de ruido medio de RTT se basa en un valor de la indicación de la intensidad de la señal recibida asociada con cada uno de los puntos de acceso inalámbricos.
- 45 78. El aparato del punto 61, en el que se determina que el modelo de señal inalámbrica ha convergido, comprendiendo además, instrucciones que causan que el procesador almacene parámetros asociados con el modelo de señales inalámbricas.
79. Un aparato para la determinación de la posición inalámbrica de una estación móvil usando señales proporcionadas por una pluralidad de puntos de acceso inalámbrico, que comprende:
- 50 medios para la medición de una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a un modelo de señal inalámbrica;
- medios para calcular una posición de una estación móvil en base a la distancia medida;
- medios para determinar una distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición calculada de la estación móvil;

medios para actualizar el modelo de señales inalámbricas en base a las distancias medidas y calculadas a cada punto de acceso inalámbrico; y
medios para determinar si el modelo de señales inalámbricas ha convergido.

80. El aparato de acuerdo con el punto 79, que comprende además:

5 medios para repetir las funciones de la reivindicación 79 cuando el modelo de señales inalámbricas no ha convergido.

81. El aparato de acuerdo con el punto 79, que comprende además:

10 medios para determinar que el modelo de señales inalámbricas no ha convergido;
medios para refinar la medición de distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al modelo de señales inalámbricas actualizado;
medios para calcular una posición refinada de la estación móvil en base a la medición de la distancias refinada;
medios para determinar otra distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición refinada de la estación móvil; y
15 medios para actualizar el modelo de señales inalámbricas en base a la medición refinada y las distancias calculadas a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.

82. El aparato de acuerdo con el punto 79, en el que el modelo de señales inalámbricas relaciona la distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbrico con un tiempo de ida y vuelta (RTT) de la señal inalámbrica.

83. El aparato de acuerdo con el punto 82, que comprende además:

20 la medición de un tiempo de ida y vuelta (RTT) a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico;
medios para determinar una primera distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta;
medios para determinar una segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a información suplementaria;
25 medios para calcular la posición de la estación móvil usando la primera y segunda distancias a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos; y
medios para actualizar el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición calculada de la estación móvil.

84. El aparato de acuerdo con el punto 83, que comprende además:

30 medios para determinar que al menos uno de los tiempos de procesamiento actualizados no ha convergido;
medios para medir el tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos;
medios para determinar una primera distancia revisada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta y el tiempo de procesamiento actualizado asociado con cada uno de los
35 puntos de acceso inalámbrico;
medios para calcular una posición posterior de la estación móvil usando la primera distancia revisada y la segunda distancia revisada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
medios para refinar el tiempo de procesamiento actualizado para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la posición posterior de la estación móvil.

40 85. El aparato de acuerdo con el punto 79, en el que el modelo de señales inalámbricas relaciona la distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbrico con la indicación de la intensidad de la señal recibida (RSSI) de la señal inalámbrica.

86. El aparato del punto 85, en el que el modelo asume un entorno de interior y comprende además:

45 medios para recibir un modelo inicial del entorno de interior;
medios para calcular una posición inicial de la estación móvil en base a la distancia inicial a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico; y
medios para actualizar el modelo inicial usando la posición inicial calculada y la intensidad de la señal recibida del paquete.

87. El aparato del punto 86, que comprende además:

50 medios para actualizar el modelo del entorno de interior en base a posiciones posteriores y mediciones de la intensidad de la señal recibida a medida que la estación móvil se mueve dentro del entorno de interior.

88. El aparato del punto 86, en el que el cálculo de una posición inicial de la estación móvil comprende además:

medios para determinar una distancia inicial a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al modelo

inicial; y
medios para realizar la trilaterización usando las distancias iniciales.

89. El aparato del punto 79, en el que la determinación de la segunda distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico comprende además:

- 5 medios para determinar un ruido medio de RTT a partir de información suplementaria;
medios para restar el tiempo de procesamiento inicial y el ruido medio de RTT de los RTT para determinar un valor del tiempo ajustado; y
medios para convertir el tiempo ajustado a la segunda distancia.

90. Un procedimiento para determinar inalámbricamente una posición de una estación móvil, que comprende:

- 10 medir un tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos;
estimar un tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos;
calcular la posición de la estación móvil en base a los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados; y
actualizar el tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil.
- 15

91. El procedimiento del punto 90, que comprende además:

- determinar que los tiempos de procesamiento actualizados no han convergido;
medir el tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos;
calcular una posición posterior de la estación móvil usando los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados actualizados; y
refinar el tiempo de procesamiento actualizado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición posterior de la estación móvil.
- 20

92. El procedimiento del punto 90, que comprende además:

- determinar que los tiempos de procesamiento estimados han convergido;
determinar que la estación móvil ha cambiado de posición;
medir un retardo de tiempo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, y
calcular una posición de la estación móvil usando los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados actualizados.
- 25

93. El procedimiento del punto 90, en el que la medición de un tiempo de retardo de ida y vuelta al punto de acceso inalámbrico comprende además:

- transmitir un paquete desde la estación móvil al punto de acceso;
registrar un primer tiempo de cuando se transmitió el paquete;
recibir un paquete de respuesta desde el punto de acceso inalámbrico en respuesta al paquete transmitido;
registrar un segundo tiempo de cuando se recibió el paquete de respuesta; y
calcular una diferencia entre el segundo tiempo registrado y el primer tiempo registrado.
- 30
- 35

94. El procedimiento del punto 93, en el que el paquete transmitido usa un paquete con un único destino por el que la estación móvil no se asocia con el punto de acceso inalámbrico.

95. El procedimiento del punto 93, en el que el paquete transmitido usa un paquete por el que la estación móvil se asocia con el punto de acceso inalámbrico.

- 40 96. El procedimiento del punto 93, en el que la estación móvil y los puntos de acceso inalámbricos operan de acuerdo con las normativas 802.11 de IEEE, las normativas de funcionamiento en red, de una pico-red celular, una femtocélula celular, y/o Bluetooth.

97. El procedimiento del punto 90, en el que la estimación del tiempo de procesamiento inicial comprende además:

- determinar la intensidad de la señal recibida de un paquete desde cada uno de los puntos de acceso inalámbrico;
estimar una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la intensidad de la señal determinada;
calcular el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la distancia estimada.
- 45

98. El procedimiento del punto 97, que comprende además:

- agrupar la distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico dentro de un intervalo en base a la intensidad de la señal recibida.
- 50

99. El procedimiento de acuerdo con el punto 98, en el que es conocido que los tiempos de procesamiento para al menos dos puntos de acceso inalámbricos son sustancialmente diferentes, comprendiendo el procedimiento además:

5 estimar el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico para que se encuentre en el punto medio de su intervalo respectivo

100. El procedimiento de acuerdo con el punto 98, en el que es conocido que los tiempos de procesamiento para los puntos de acceso inalámbricos son sustancialmente similares, comprendiendo el procedimiento además:

 estimar el tiempo de procesamiento inicial para que se encuentre en el punto medio de una intersección de los intervalos de los puntos de acceso inalámbricos.

10 101. El procedimiento del punto 90, en el que el cálculo de la posición de la estación móvil comprende además

 seleccionar la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos en base a las intensidades de las señales recibidas; determinar las posiciones de cada uno de los puntos de acceso inalámbricos seleccionados; calcular una distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbricos usando el tiempo de retardo de ida y vuelta medido y el tiempo de procesamiento estimado; y
15 realizar la trilaterización en base a la distancia calculada y una posición para cada punto de acceso inalámbrico.

102. El procedimiento del punto 101, en el que la posición de cada uno de los puntos de acceso inalámbricos seleccionados se define en un sistema de coordenadas normalizado.

103. El procedimiento del punto 90, en el que la actualización del tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico comprende además:

20 calcular una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil y las posiciones de los puntos de acceso inalámbricos; y
 calcular un nuevo tiempo de procesamiento para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de retardo de ida y vuelta medido a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos y la distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.

25 104. Un aparato para determinar inalámbricamente una posición de una estación móvil, que comprende:

 un transceptor inalámbrico
 un procesador acoplado al transceptor inalámbrico; y
 una memoria acoplada al procesador, en donde la memoria almacena instrucciones ejecutables y datos para causar que el procesador

30 mida un tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, estime un tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos, calcule la posición de la estación móvil en base a los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados, y
 actualice el tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil.
35

105. El aparato del punto 104, que comprende además instrucciones que causan que el procesador determine que los tiempos de procesamiento actualizados no han convergido, mida el tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos, calcule una posición posterior de la estación móvil usando los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los
40 tiempos de procesamiento estimados, y
 refine el tiempo de procesamiento actualizado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición posterior de la estación móvil.

106. El aparato del punto 104, que comprende además instrucciones que causan que el procesador determine que los tiempos de procesamiento estimados han convergido,
45 determine que la estación móvil ha cambiado de posición,
 mida un tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbrico, y calcule una posición de la estación móvil usando los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados actualizados.

107. El aparato del punto 104, en el que la medición de un tiempo de retardo de ida y vuelta al punto de acceso inalámbrico comprende además instrucciones que causan que el procesador transmita un paquete desde la estación móvil al punto de acceso,
50 registre un primer tiempo de cuando se envió el paquete transmitido,
 reciba un paquete de respuesta desde el punto de acceso inalámbrico en respuesta al paquete transmitido,
 registre un segundo tiempo de cuando se recibió el paquete de respuesta, y

calcule una diferencia entre el segundo tiempo registrado y el primer tiempo registrado.

108. El aparato del punto 107, en el que el paquete transmitido usa un paquete de destino único por el que la estación móvil no se asocia con el punto de acceso inalámbrico.

5 109. El aparato del punto 107, en el que el paquete transmitido usa un paquete por el que la estación móvil se asocia con el punto de acceso inalámbrico.

110. El aparato del punto 107, en el que la estación móvil y los puntos de acceso inalámbricos operan de acuerdo con las normativas 802.11 de IEEE, las normativas de conexión en red, de una pico-red celular, una femtocélula celular, y/o Bluetooth.

10 111. El aparato del punto 104, en el que la estimación del tiempo de procesamiento inicial comprende además instrucciones que causan que el procesador determine la intensidad de la señal recibida de un paquete desde cada uno de los puntos de acceso inalámbrico, estime una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base a la intensidad de la señal determinada, y
15 calcule el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la distancia estimada.

112. El aparato del punto 111, que comprende además instrucciones que causan que el procesador

agrupe la distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico dentro de un intervalo en base a la intensidad de la señal recibida.

20 113. El aparato de acuerdo con el punto 112, en el que es sabido que los tiempos de procesamiento para al menos dos puntos de acceso inalámbricos son sustancialmente diferentes, el aparato comprende además instrucciones que causan que el procesador estime el tiempo de procesamiento inicial para que cada uno de los puntos de acceso inalámbricos se encuentre en el punto medio de su intervalo respectivo.

25 114. El aparato de acuerdo con el punto 112, en el que es sabido que los tiempos de procesamiento para los puntos de acceso inalámbricos son sustancialmente similares, el aparato comprende además instrucciones que causan que el procesador estime el tiempo de procesamiento inicial para que se encuentre en el punto medio de la intersección de los intervalos de los puntos de acceso inalámbricos.

30 115. El aparato del punto 104, en el que el cálculo de la posición de la estación móvil comprende además instrucciones que causan que el procesador

35 seleccione la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos en base a las intensidades de señal recibidas, determine las posiciones de cada uno de los puntos de acceso inalámbricos seleccionados, calcule una distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbricos usando el tiempo de retardo de ida y vuelta medido y el tiempo de procesamiento estimado, y realice la trilateración en base a la distancia calculada y una posición para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.

40 116. El aparato del punto 104, en el que la actualización del tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso comprende además instrucciones que causan que el procesador calcule una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil y las posiciones de los puntos de acceso inalámbricos, y calcule un nuevo tiempo de procesamiento para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico en base al tiempo de retardo de ida y vuelta medido a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico y la distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.

117. Un aparato para determinar inalámbricamente una posición de una estación móvil, que comprende:

45 medios para medir un tiempo de retardo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbrico;
medios para estimar un tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico;
medios para calcular la posición de la estación móvil en base a los tiempos de retardo de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento estimados; y
50 medios para actualizar el tiempo de procesamiento estimado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar inalámbricamente una posición de una estación móvil (108), que comprende:
 - medir (1110) un tiempo de ida y vuelta, RTT, a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos (104, 106, 311);
 - 5 obtener (1115) un tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos, en el que el tiempo de procesamiento inicial obtenido se determinó (1105, 605) en base a mediciones de RTT anteriores y localizaciones calculadas asociadas;
 - calcular (1120) la posición de la estación móvil en base a los tiempos de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento determinados, y
 - 10 actualizar (1125) el tiempo de procesamiento determinado en base a la posición calculada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico se obtuvo desde un servidor.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico se obtuvo desde una memoria almacenada en la estación móvil.
- 15 4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, que comprende además:
 - determinar (1135) que los tiempos de procesamiento actualizados no han convergido;
 - medir (1141) el tiempo de ida y vuelta a cada uno de la pluralidad de puntos de acceso inalámbrico;
 - calcular (1145) una posición posterior de la estación móvil usando los tiempos de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento determinados actualizados;
 - 20 refinar (1150) el tiempo de procesamiento actualizado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición posterior de la estación móvil.
5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, que comprende además:
 - determinar (1135) que los tiempos de procesamiento actualizados han convergido;
 - determinar (1141) que la estación móvil ha cambiado de posición;
 - 25 medir (1145) un tiempo de ida y vuelta a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos; y
 - calcular una posición de la estación móvil usando los tiempos de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento determinados actualizados.
6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que la medición de un tiempo de ida y vuelta al punto de acceso inalámbrico comprende además:
 - 30 transmitir un paquete desde la estación móvil al punto de acceso;
 - registrar un primer tiempo de cuando se envió el paquete transmitido,
 - recibir un paquete de respuesta desde el punto de acceso inalámbrico en respuesta al paquete transmitido;
 - registrar un segundo tiempo de cuando se recibió el paquete de respuesta; y
 - calcular la diferencia entre el segundo tiempo registrado y el primer tiempo registrado.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el paquete transmitido usa un paquete de destino único por el que la estación móvil no se asocia con el punto de acceso inalámbrico, o en el que el paquete transmitido usa un paquete por el que la estación móvil se asocia con el punto de acceso inalámbrico.
8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la estación móvil y los puntos de acceso inalámbrico operan de acuerdo las normativas 802.11 de IEEE, de una pico-red celular, de una femtocélula celular, y/o de Bluetooth.
- 40 9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que el cálculo de la posición de la estación móvil comprende además:
 - seleccionar la pluralidad de puntos de acceso inalámbricos en base a las intensidades de señal recibidas;
 - determinar las posiciones de cada uno de los puntos de acceso inalámbricos seleccionados;
 - 45 calcular una distancia entre la estación móvil y cada uno de los puntos de acceso inalámbricos usando el tiempo de ida y vuelta medido y el tiempo de procesamiento determinado; y
 - realizar la trilaterización en base a la distancia calculada y una posición para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico.
10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la posición de cada uno de los puntos de acceso inalámbrico seleccionado está definido en un sistema de coordenadas normalizado.
- 50 11. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que la actualización del tiempo de procesamiento determinado para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos comprende además:

- 5 calcular una distancia a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base a la posición calculada de la estación móvil y las posiciones de los puntos de acceso inalámbrico; y
calcular un nuevo tiempo de procesamiento para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos en base al tiempo de ida y vuelta medido a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos y la distancia calculada a cada uno de los puntos de acceso inalámbricos.
12. Un aparato para determinar inalámbricamente una posición de una estación móvil (108), que comprende:
- 10 medios para medir (1110) un tiempo de ida y vuelta, RTT, a cada uno de una pluralidad de puntos de acceso inalámbricos (104, 106, 311);
medios para obtener (1115) un tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbricos, en el que el tiempo de procesamiento inicial obtenido se determinó (1105, 605) en base a mediciones de RTT anteriores y localizaciones calculadas asociadas;
medios para calcular (1120) la posición de la estación móvil en base a los tiempos de ida y vuelta medidos y los tiempos de procesamiento determinados, y
medios para actualizar (1125) el tiempo de procesamiento determinado en base a la posición calculada.
- 15 13. El aparato de la reivindicación 12 en el que el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico se obtuvo desde un servidor.
14. El aparato de la reivindicación 12 en el que el tiempo de procesamiento inicial para cada uno de los puntos de acceso inalámbrico se obtuvo desde la memoria almacenada en la estación móvil.
- 20 15. Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones, que cuando se ejecutan por uno o más procesadores causa que los procesadores realicen el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

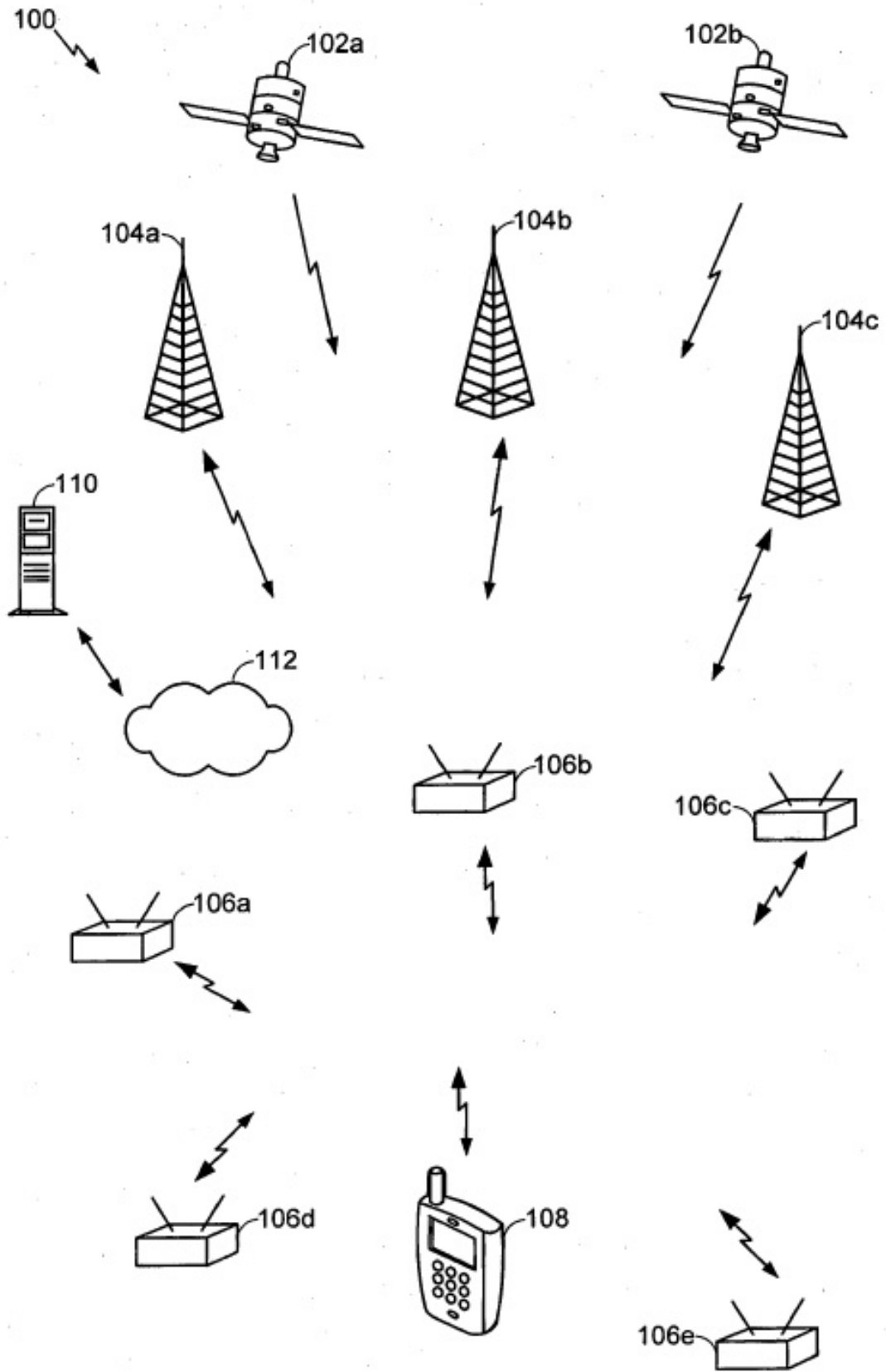


FIG. 1

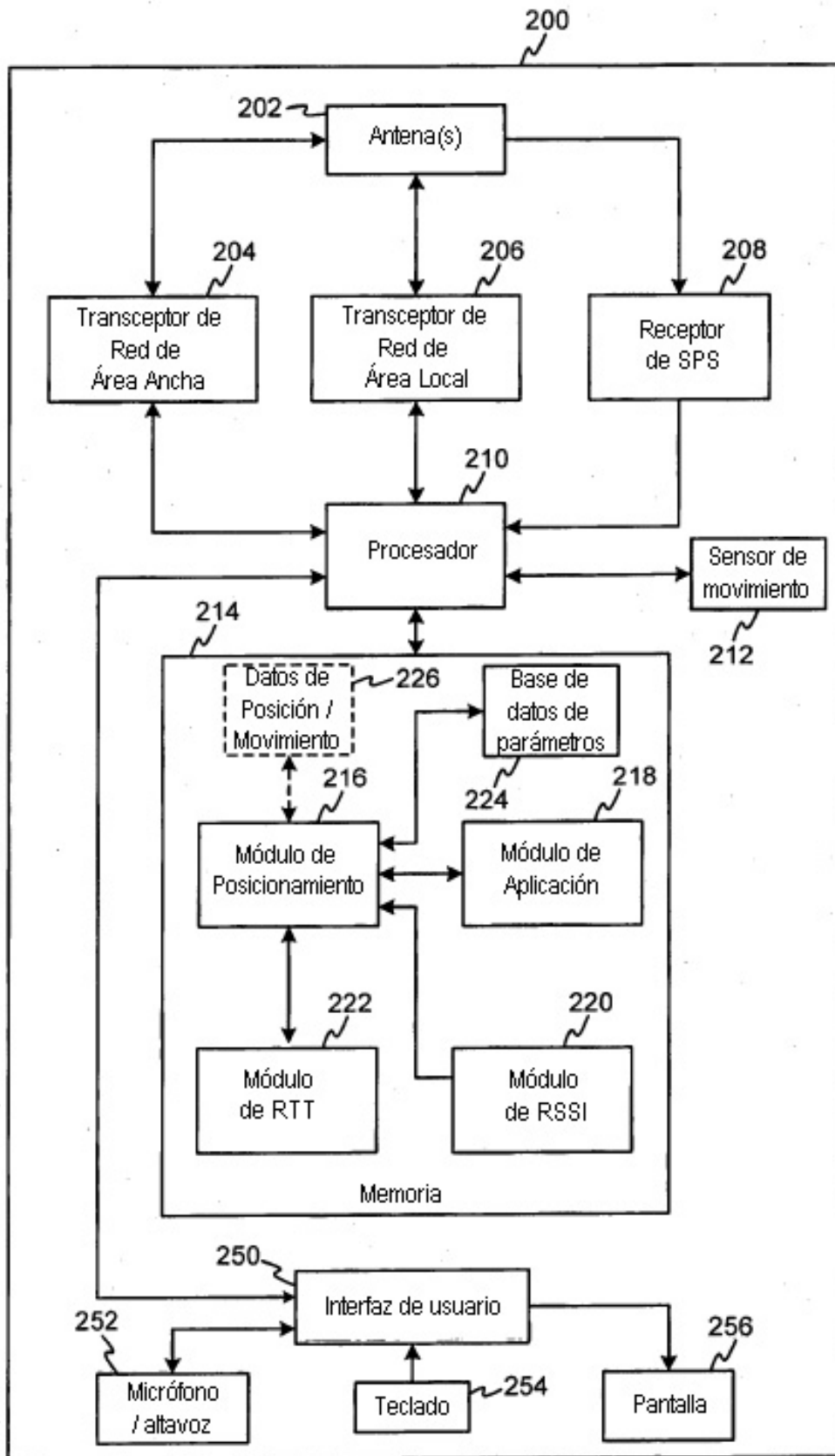


FIG. 2

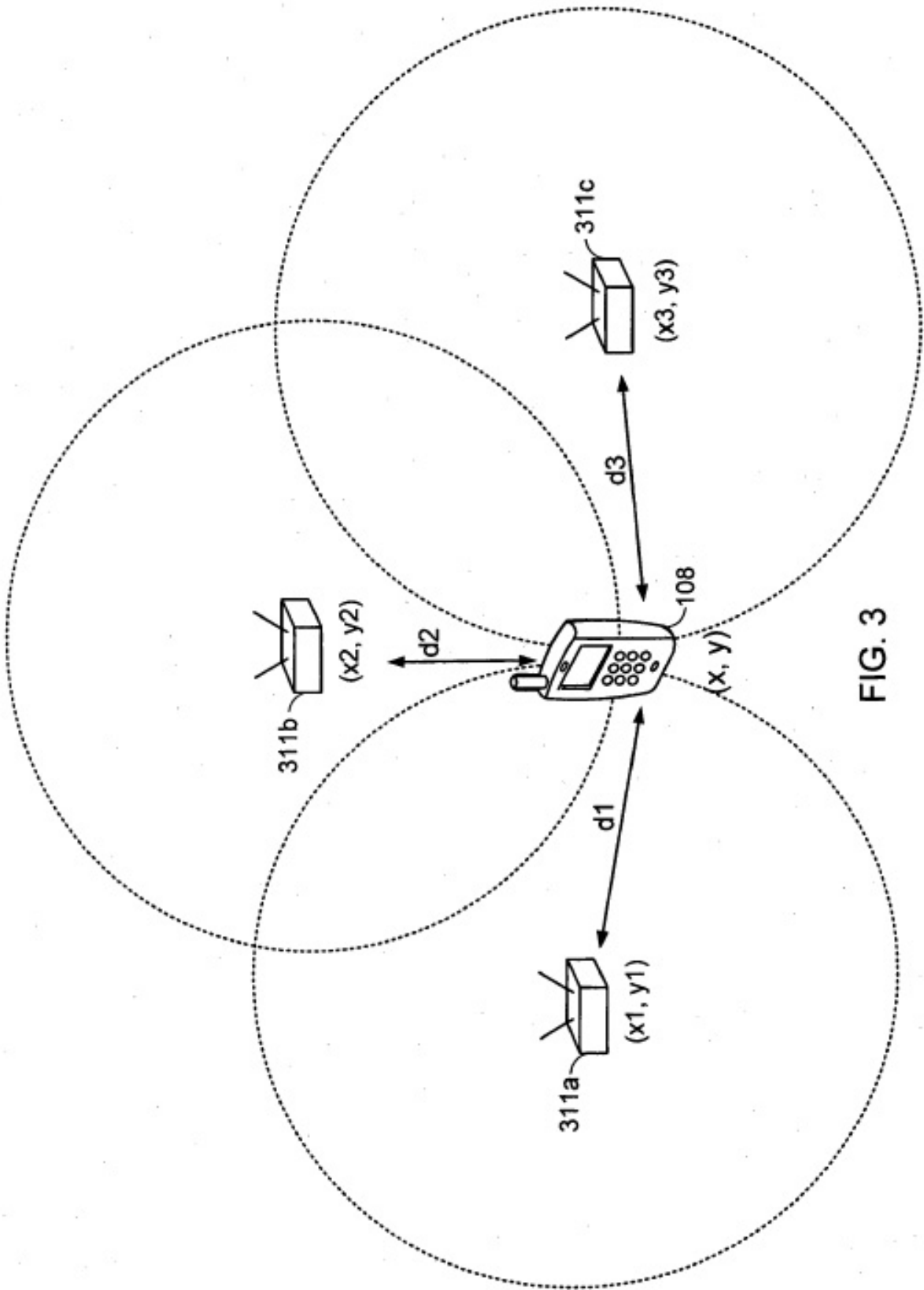


FIG. 3

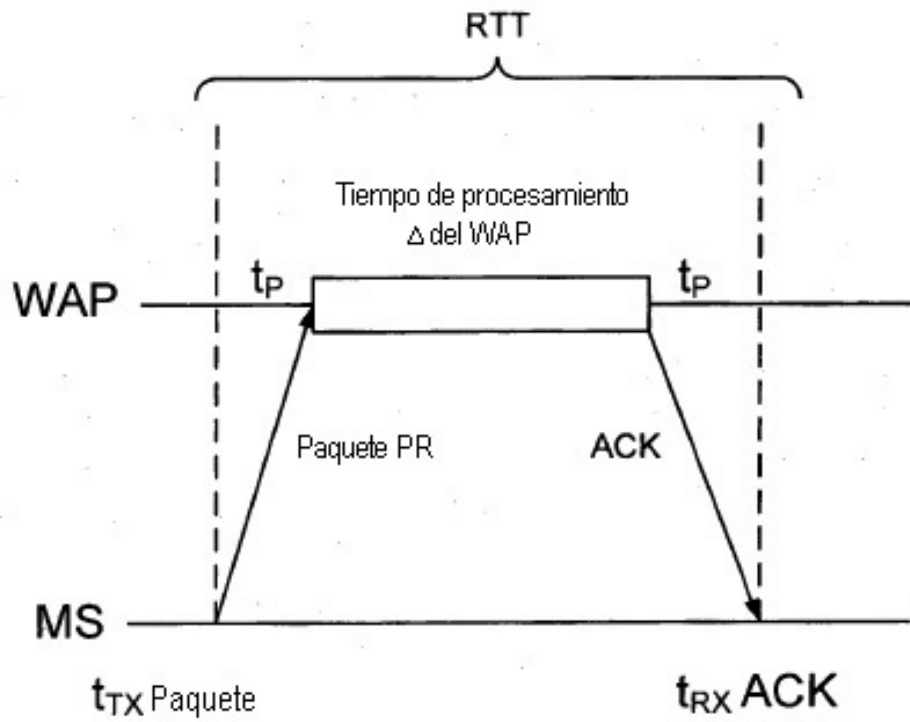


FIG. 4

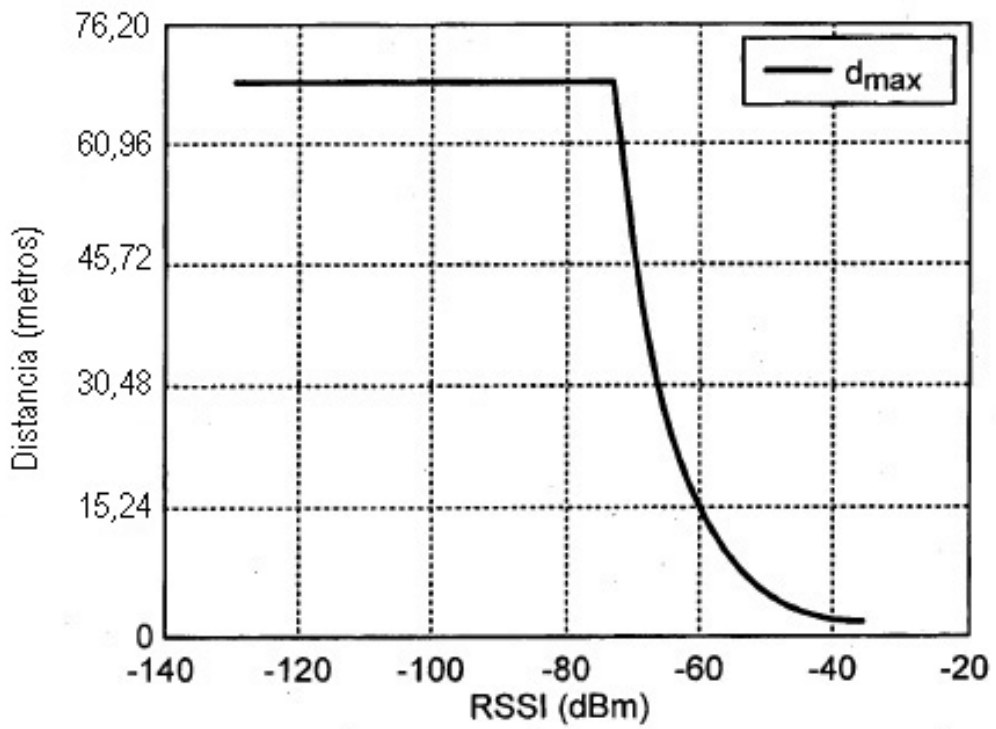


FIG. 5

600 ↘

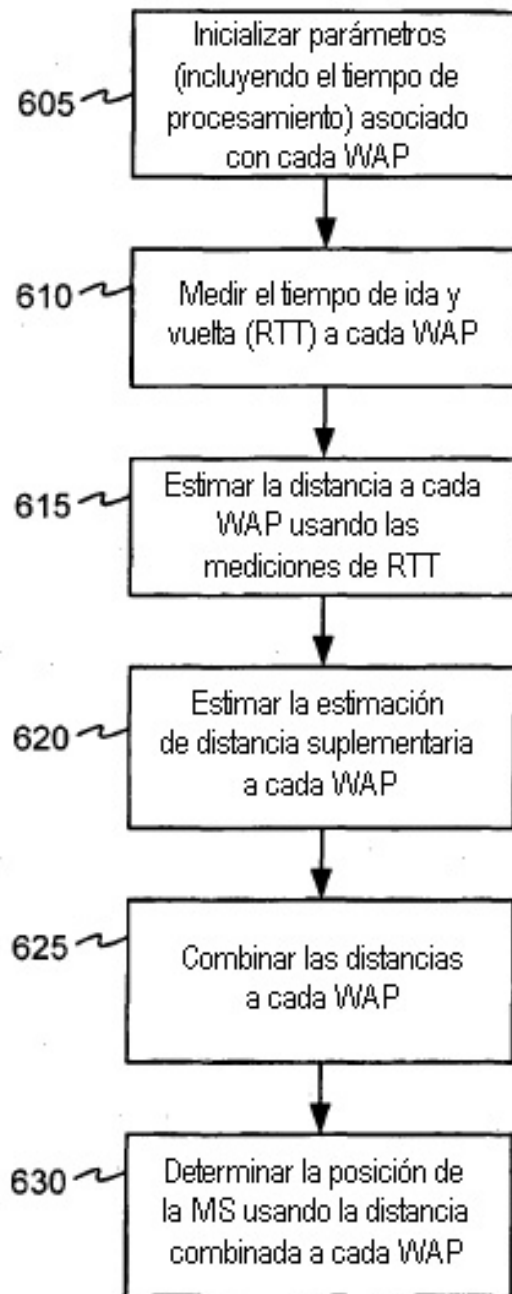


FIG. 6

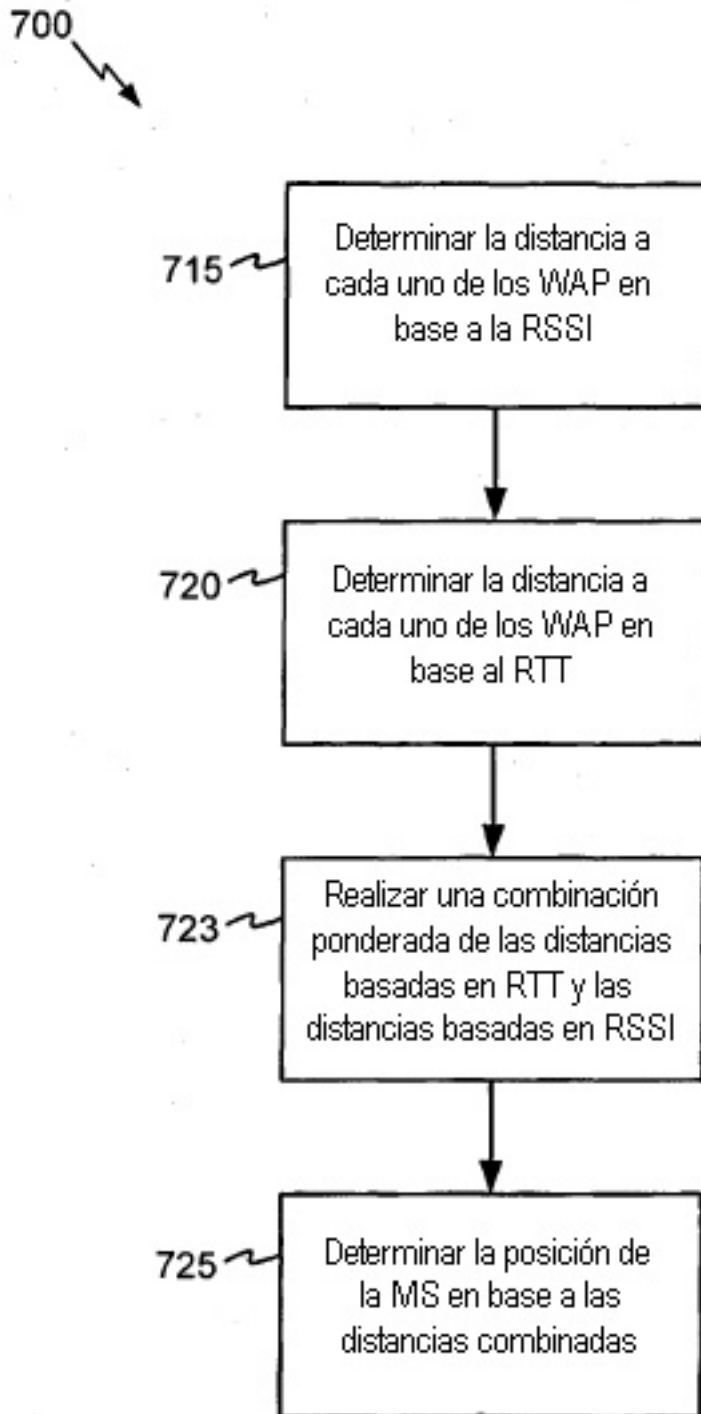


FIG. 7

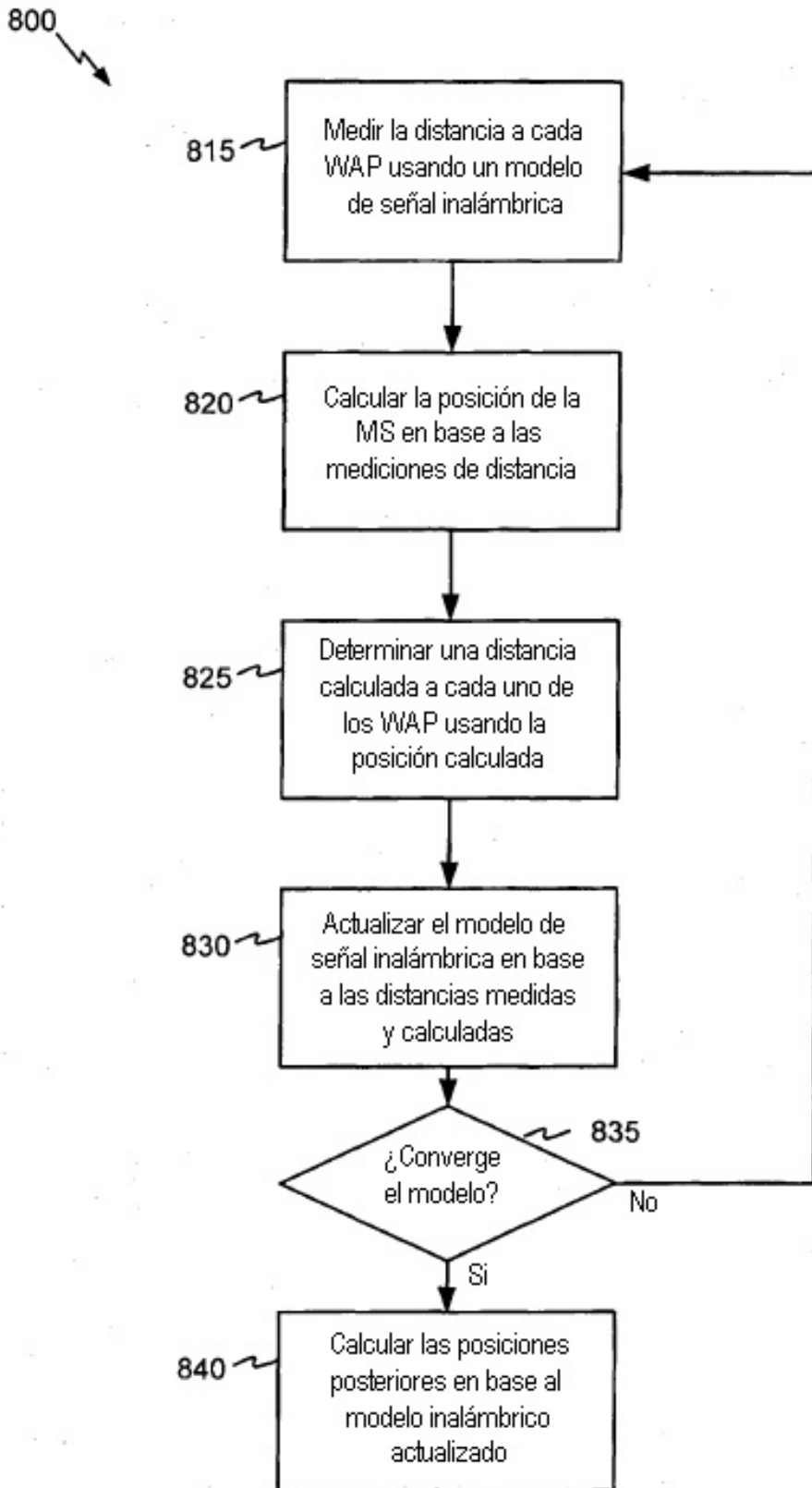


FIG. 8

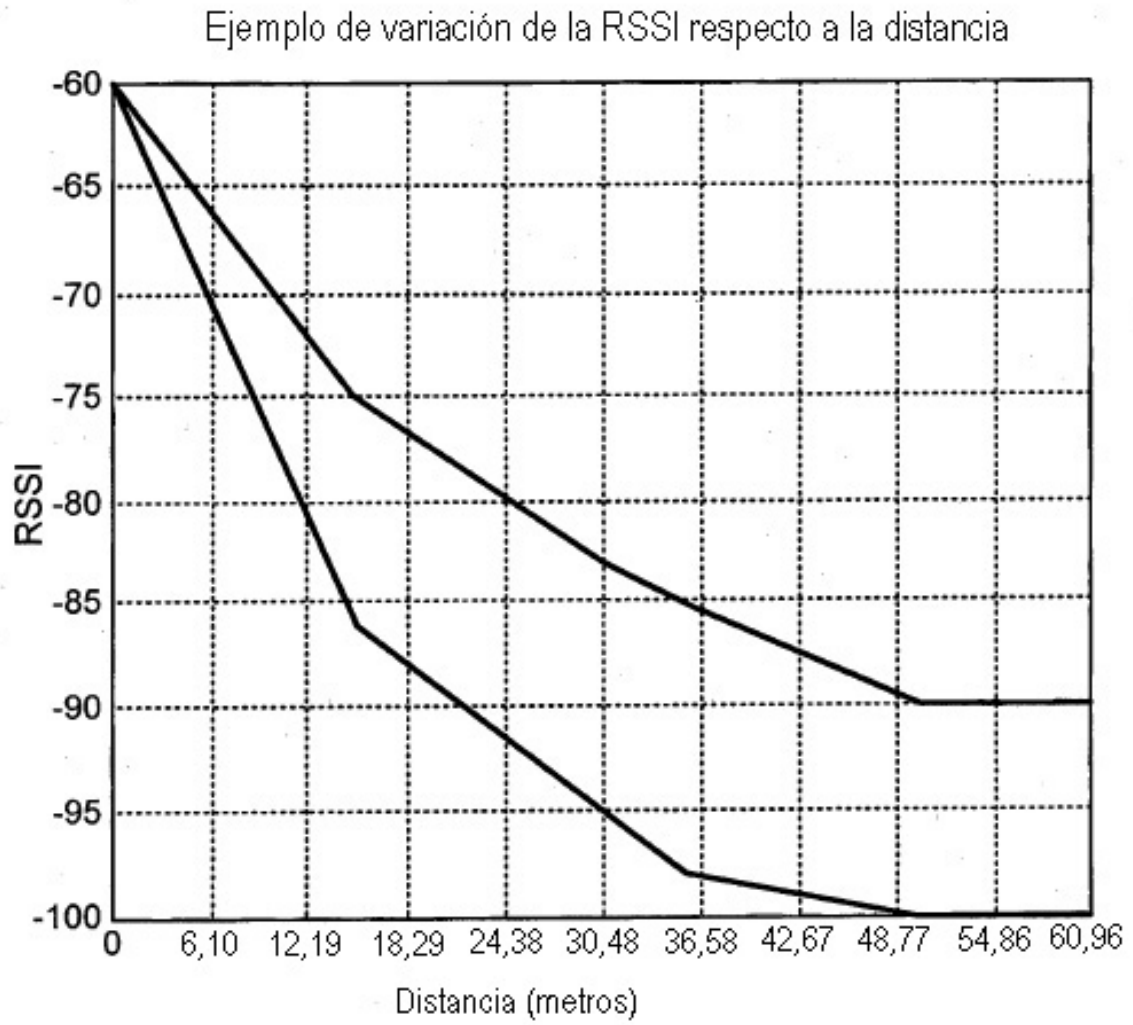


FIG. 9

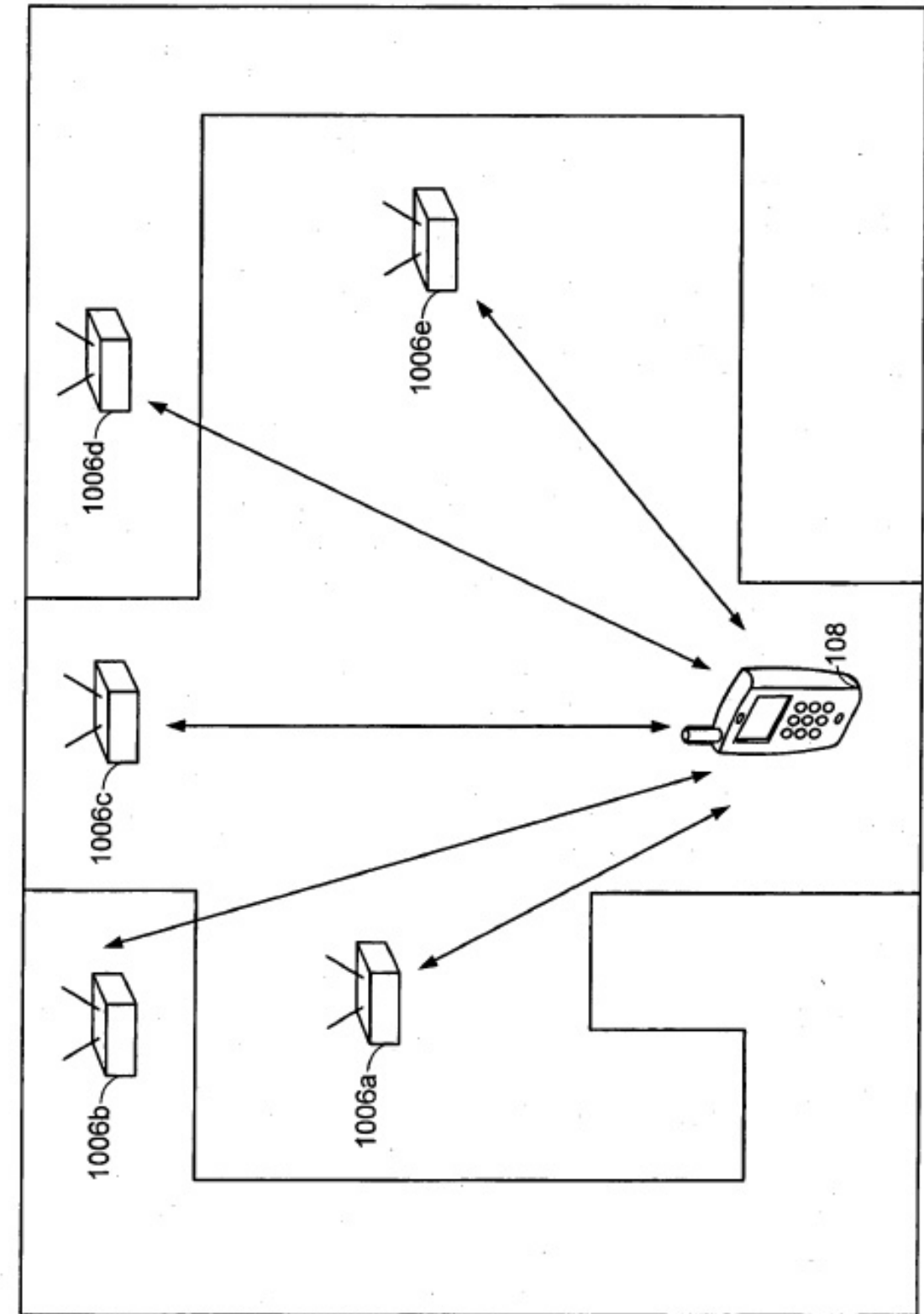


FIG. 10

1000 ↗

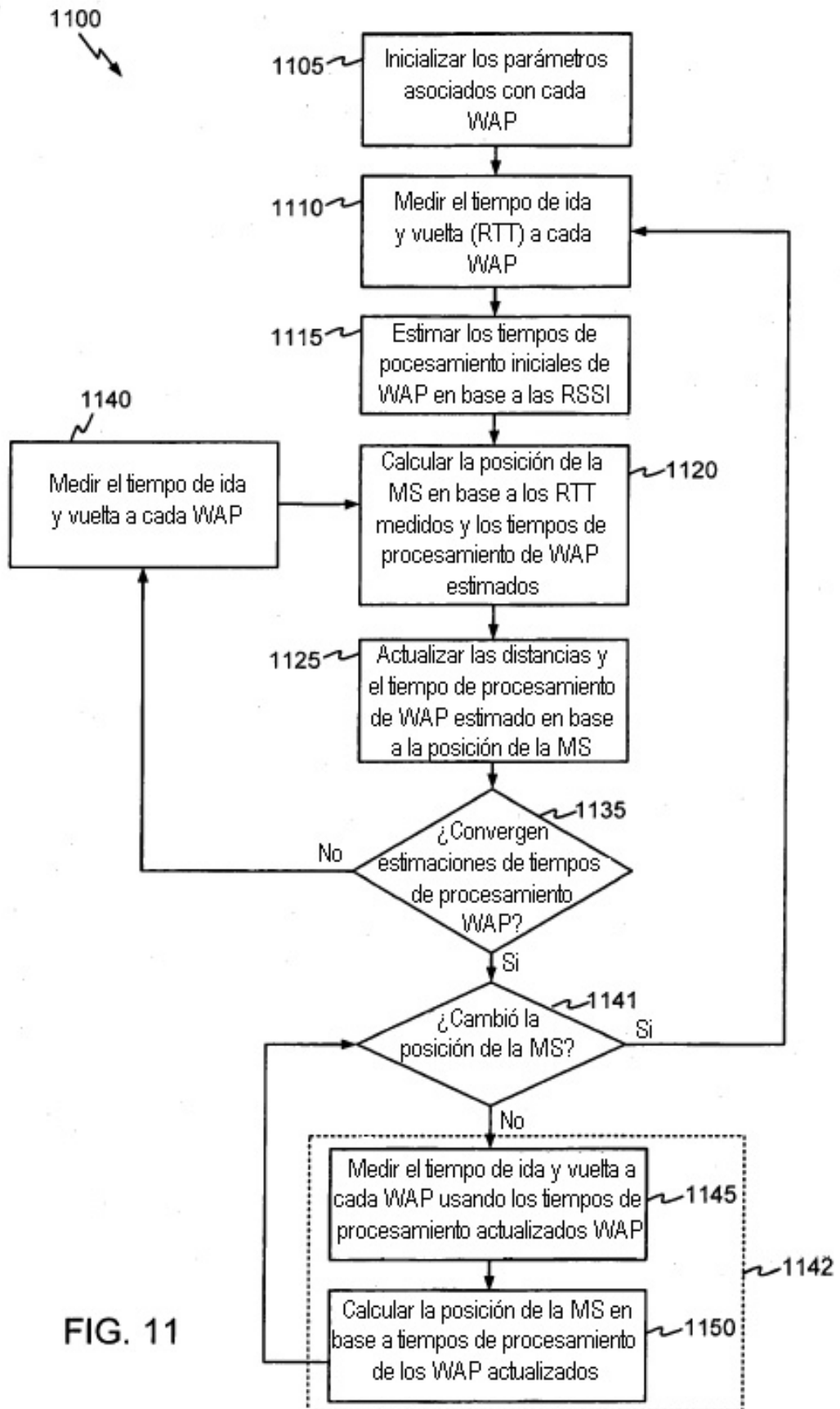


FIG. 11