

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 872**

51 Int. Cl.:

G01S 5/02 (2010.01)

G01S 5/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2022** E 22180447 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** EP 4113153

54 Título: **Posicionamiento de nodos**

30 Prioridad:

24.06.2021 FI 20215753

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

18.11.2024

73 Titular/es:

**IIWARI TRACKING SOLUTIONS OY (100.0%)
Kidekuja 2
88610 Vuokatti, FI**

72 Inventor/es:

**KÄMÄRÄINEN, JUKKA y
ERKKILÄ, PERTTI**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 987 872 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).

DESCRIPCION

Posicionamiento de nodos

5 Campo

La presente divulgación se refiere al posicionamiento de nodos inalámbricos, tales como dispositivos de etiquetas inalámbricas.

10 Antecedentes

La determinación de la ubicación de un dispositivo mediante señales inalámbricas puede realizarse, por ejemplo, utilizando señales de estaciones inalámbricas de ubicaciones conocidas. Adicional o alternativamente, las estaciones en ubicaciones conocidas pueden recibir señales de un dispositivo para determinar la ubicación del dispositivo. Las señales inalámbricas pueden comprender, en general, señales de radio, o señales en otras partes del espectro electromagnético distintas de la parte de radio, o señales de sonido.

La trilateración comprende la determinación de ubicaciones de puntos mediante la medición de distancias. Para determinar una ubicación en una superficie bidimensional, tal como un terreno, determinar que una ubicación se encuentra en dos círculos que se cruzan proporciona dos posibles ubicaciones. Se puede utilizar un tercer círculo, u otro tipo de información adicional, para seleccionar una de las dos ubicaciones posibles. Este método también se denomina posicionamiento TOA, método de localización en tiempo de llegada.

Por otro lado, la triangulación comprende la determinación de una localización mediante triángulos que se determinan para el posicionamiento. Este método también se denomina posicionamiento AOA, método de localización por ángulo de llegada. A diferencia de la trilateración, en la triangulación se determinan ángulos, en lugar de distancias. La combinación de trilateración y triangulación, es decir, la determinación tanto de ángulos como de distancias, puede denominarse triangulateración.

La multilateración, por su parte, se basa en determinar las diferencias de distancia a ubicaciones conocidas, en lugar de las distancias como tales. Cuando se utilizan dos estaciones conocidas, se determina que la ubicación se encuentra en una curva o superficie hiperbólica y puede emplearse información adicional para seleccionar un punto de la curva o superficie hiperbólica como ubicación estimada del dispositivo. Este método también se denomina posicionamiento TDOA o método de localización por diferencia de tiempo de llegada.

La técnica anterior pertinente puede encontrarse en el documento US2019/317183.

Sumario

40 Según algunos aspectos, se proporciona la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Algunas realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende la obtención de una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, la obtención de una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra, obteniendo una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obteniendo una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra y obteniendo una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y determinando una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra hasta la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra hasta la segunda estación base no maestra.

Según un segundo aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende la obtención de una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, la obtención de una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra,

obteniendo una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obteniendo una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra y obteniendo una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y determinando una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la tercera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda estación base no maestra y de la que se resta un producto de la primera duración de tiempo y una relación de la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera estación base no maestra.

Según un tercer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende obtener una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal desde una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obteniendo una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, obteniendo una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obteniendo una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obteniendo una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y determinando una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

Según un cuarto aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende obtener una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obteniendo una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, obteniendo una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obteniendo una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obteniendo una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y determinando una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la primera duración de tiempo a la que se resta la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, a la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

Según un quinto aspecto de la presente divulgación, se proporciona un aparato que comprende al menos un núcleo de procesamiento, al menos una memoria que incluye código de programa informático, estando la al menos una memoria y el código de programa informático configurados para, con el al menos un núcleo de procesamiento, hacer que el aparato al menos obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, obtener una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra, obtener una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obtener una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra y obtener una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación de la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda estación base no maestra.

Según un sexto aspecto de la presente divulgación, se proporciona un aparato que comprende al menos un núcleo de procesamiento, al menos una memoria que incluye código de programa informático, estando configurados la al menos una memoria y el código de programa informático para, con el al menos un núcleo de procesamiento, hacer

que el aparato al menos obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obtener una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, obtener una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obtener una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obtener una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

Según un séptimo aspecto de la presente divulgación, se proporciona un medio legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo un conjunto de instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que un aparato al menos obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, obtenga una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra, obtenga una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obtenga una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra y obtenga una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda estación base no maestra.

Según un octavo aspecto de la presente divulgación, se proporciona un medio legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo un conjunto de instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que un aparato obtenga al menos una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obtenga una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, obtenga una tercera duración de tiempo limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obtenga una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obtener una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

Según un noveno aspecto de la presente divulgación, se proporciona un programa informático configurado para hacer que se ejecute un método según al menos uno de los aspectos primero, segundo, tercero o cuarto.

Breve descripción de los dibujos

La FIGURA 1 ilustra un ejemplo de sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención;

La FIGURA 2 ilustra un ejemplo de sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención;

La FIGURA 3 ilustra la determinación TDOA según una primera serie de realizaciones;

La FIGURA 4 ilustra la determinación TDOA según una segunda serie de realizaciones;

La FIGURA 5 ilustra un ejemplo de aparato capaz de soportar al menos algunas realizaciones de la presente

invención;

La FIGURA 6 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención, y

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención.

Realizaciones

En muchos métodos de posicionamiento conocidos, las imprecisiones de la señal de reloj en una estación base maestra y en estaciones base no maestras han contribuido a un error de posicionamiento. Los métodos de posicionamiento divulgados en el presente documento permiten determinar la posición de un nodo inalámbrico, tal como una etiqueta inalámbrica, utilizando el posicionamiento TDOA en un sistema en el que sólo es necesario que una única estación base maestra tenga acceso a una señal de reloj exacta y precisa. Una estación base maestra actúa como dispositivo de referencia TDOA en la determinación de la duración de al menos un periodo de tiempo preciso.

La FIGURA 1 ilustra un sistema de ejemplo de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. El sistema de ejemplo de la FIGURA 1 comprende la estación base maestra 150 y las estaciones base no maestras 160 y 170. Las ubicaciones de las estaciones base son conocidas, por lo que también se conocen las distancias entre las estaciones base. Dado que se conocen las distancias entre las estaciones base, también se conoce el tiempo de vuelo de las señales de radio, que se propagan a la velocidad de la luz, entre las estaciones base. En caso de que se utilicen señales sonoras, el tiempo de vuelo se produce a la velocidad del sonido. Un estación base maestra y dos no maestras es un ejemplo numérico al que la presente invención no se limita, más bien, los principios de la presente invención son utilizables con una estación base maestra y dos, cuatro o incluso otro número de estaciones base no maestras, por ejemplo. En algunos casos, un mayor número de estaciones base no maestras da como resultado una estimación de localización más precisa. En general, el conjunto de estaciones base puede comprender una estación base maestra y al menos una estación base no maestra. En general, el conjunto de estaciones base puede estar compuesto por una red inalámbrica de interior, por ejemplo basada en tecnología de banda ultraancha, UWB, o de red de área local inalámbrica, WLAN.

La expresión "estación base" se utiliza en el presente documento como una elección terminológica, con la que no se pretende limitar el alcance de la divulgación. En las tecnologías celulares es común la expresión "estación base", mientras que en las tecnologías no celulares puede utilizarse la expresión "punto de acceso". Ejemplos de tecnologías celulares son la evolución a largo plazo, LTE, y el acceso múltiple por división de código de banda ancha, WCDMA. Ejemplos de tecnologías no celulares son WLAN y la interoperabilidad mundial para el acceso por microondas, WiMAX. Sin embargo, el significado es esencialmente el mismo, es decir, un nodo fijo con el que un dispositivo de usuario puede comunicarse utilizando una interfaz de comunicación inalámbrica. Este nodo fijo transmite en el enlace descendente y recibe en el ascendente. El término "estación base" en el presente documento abarca también nodos que pueden denominarse puntos de acceso, o incluso con otros términos, siempre que el nodo transmita en el enlace descendente y reciba en el enlace ascendente.

Como se ha señalado, las estaciones base pueden configurarse para que operen según una tecnología de radio adecuada, tal como, por ejemplo, la banda ultraancha, UWB. La UWB es una tecnología que permite transmitir utilizando un gran ancho de banda, por ejemplo superior a 500 megahercios o superior a 700 megahercios. Las comunicaciones UWB pueden basarse en una radio de impulsos, que puede emplear una combinación de modulación de posición de ráfaga, BPM, y modulación binaria por desplazamiento de fase, BPSK, por ejemplo. La norma 802.15.4-2011 del IEEE contiene un ejemplo de este tipo de tecnología de comunicación UWB. Como alternativa o adicionalmente, pueden utilizarse otras tecnologías de radio por impulsos que permitan determinar con suficiente precisión el tiempo de transmisión y recepción de la señal, por ejemplo, para aprovechar eficazmente el amplio intervalo de frecuencias. Otras tecnologías de ejemplo incluyen tecnologías celulares y no celulares. En algunas realizaciones, las estaciones base pueden estar configuradas para hacer funcionar una tecnología de comunicación inalámbrica basada en una señal óptica o sonora. También dichas tecnologías permiten determinar el tiempo de transmisión y recepción de la señal.

El sistema ilustrado en la FIGURA 1 comprende además la etiqueta 110. La etiqueta, o más generalmente, el dispositivo de usuario, puede configurarse para comunicarse de forma inalámbrica con las estaciones base para recibir servicio de ellas, por ejemplo. Por ejemplo, la etiqueta 110 puede acceder a recursos de red y/u obtener servicio de posicionamiento de las estaciones base para determinar la posición geográfica de la etiqueta 110. La etiqueta puede comprender un dispositivo habilitado para recibir mensajes inalámbricos transmitidos por las estaciones base, como la estación base maestra 150 y las estaciones base no maestras 160 y 170, y para realizar operaciones matemáticas. Para ello, cada etiqueta puede comprender un receptor inalámbrico, al menos un núcleo de procesamiento y una memoria. La etiqueta 110 está configurada para transmitir una señal, como una señal electromagnética de parpadeo de baja energía, por ejemplo. La señal puede ser una señal UWB con una anchura espectral de al menos 500 MHz, por ejemplo. La señal puede ser una señal de radio de impulso con una anchura

espectral de al menos 500 MHz.

En la FIGURA 1, la estación base maestra 150 transmite un mensaje inicial 100A. El mensaje inicial 100A puede transmitirse desde la estación base maestra 150 de manera no dirigida, es decir, omnidireccionalmente o a un amplio conjunto de direcciones en el sentido de que el mensaje no se transmite sólo a una dirección específica y única. Esto permite la recepción del mensaje inicial 100A por múltiples nodos, como por ejemplo por las estaciones base no maestras. La estación base maestra puede registrar una primera marca de tiempo 100A TX, indicando un punto en el tiempo, cuando la estación base maestra transmite el mensaje inicial. La estación base maestra puede, por ejemplo, obtener una hora actual de un reloj interno de la estación base maestra, compilar el mensaje inicial utilizando la hora actual y enviar el mensaje inicial sin esperar. En algunas realizaciones, la estación base maestra puede aumentar la hora actual obtenida del reloj interno con un valor de retardo que corresponda al tiempo que tarda la estación base maestra en transmitir el mensaje, de manera que la marca de tiempo refleje con mayor precisión el momento en que el mensaje inicial sale de las antenas de la estación base maestra. Los valores de retardo para las distintas estaciones base pueden configurarse durante la configuración o calibración del sistema, o por ejemplo en el momento de la fabricación de las estaciones base. Los valores de retardo son útiles, por ejemplo, cuando la estación base maestra y las estaciones base no maestras tienen sistemas electrónicos diferentes.

El mensaje inicial 100A puede ser enviado por la estación base maestra más de una vez, por ejemplo, la estación base maestra 150 puede transmitir dos copias del mensaje inicial 100A a petición, o la estación base maestra 150 puede transmitir el mensaje inicial 100A periódicamente con una periodicidad fija, es decir, una duración de tiempo constante entre dos mensajes iniciales 100A consecutivos. La estación base maestra 100A puede haber registrado una segunda marca de tiempo relativo a la transmisión del mensaje inicial 100A inmediatamente anterior. La duración de tiempo entre las transmisiones de los dos mensajes iniciales estaría así limitada por la primera y la segunda marcas de tiempo.

Los mensajes iniciales 100A se reciben en las estaciones base no maestras 160, 170, que registran marcas de tiempo que indican cuándo se reciben los mensajes iniciales 100A. Dado que no es necesario que las estaciones base no maestras tengan relojes internos muy precisos, estas estaciones base no maestras determinan la duración del tiempo entre recepciones consecutivas de los mensajes iniciales 100A.

La FIGURA 2 ilustra un ejemplo de sistema de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. El sistema de la FIGURA 2 corresponde al de la FIGURA 1. En la situación de la FIGURA 1, un mensaje inicial 100 A se ha enviado desde la estación base maestra 150 y se ha recibido en las estaciones base no maestras 160, 170. La etiqueta 110 transmite la señal 100B descrita anteriormente, por ejemplo, omnidireccionalmente, de tal manera que las estaciones base están habilitadas para recibir el mensaje. La etiqueta 110 transmite la señal 100B descrita anteriormente, por ejemplo omnidireccionalmente, de tal manera que las estaciones base están habilitadas para recibirla. Esta señal se recibe en las estaciones base no maestras, que registran una hora de recepción de la señal en la estación base no maestra. La estación base maestra recibe la señal 100B y registra una marca de tiempo de recepción que indica una hora de recepción de la señal 100B en la estación base maestra.

Tanto la estación base maestra como las estaciones base disponen de contadores de tiempo. Los contadores de tiempo pueden tener un valor máximo 0xffffffff en hexadecimal, por ejemplo. Los contadores de tiempo pueden llevar la cuenta del tiempo, por ejemplo utilizando un reloj que tenga una frecuencia de reloj de 64 GHz. Una vez que un contador de tiempo alcanza su valor máximo, puede volver a cero. Los contadores de tiempo pueden emplearse para generar marcas de tiempo de envío y recepción como se describe en el presente documento. La estación base maestra y las estaciones base no maestras pueden arrancar de forma no sincronizada, y estos relojes pueden tener desfases de frecuencia, ruido dinámico y ruido estático. Cada dispositivo de radio tiene un retardo de antena que, en sentido estricto, es específico del dispositivo de radio. Además, los niveles de potencia de la señal en el momento de la recepción pueden introducir errores de temporización. Comunicar la duración de un periodo de tiempo tiene el efecto de superar los problemas derivados de iniciar los relojes de forma no sincronizada.

Las estaciones base no maestras obtienen duraciones de tiempo limitadas por la recepción en la estación base no maestra de la señal procedente de la etiqueta 110 y la recepción en la estación base no maestra del mensaje inicial 100A inmediatamente anterior. Por lo tanto, las estaciones base no maestras pueden registrar dos duraciones de tiempo: una primera duración de tiempo desde la recepción del mensaje inicial 100 A más reciente hasta la recepción de la señal 100B de la etiqueta, y una segunda duración de tiempo desde la recepción del mensaje inicial 100A más reciente hasta el siguiente mensaje inicial 100A. Las estaciones base no maestras pueden informar de estas duraciones de tiempo a la estación base maestra, o a otro nodo encargado de posicionar la etiqueta inalámbrica 110. El nodo encargado de posicionar la etiqueta inalámbrica 110 puede ser la estación base maestra u otra entidad. Las estaciones base no maestras 160, 170 pueden proporcionar las duraciones de tiempo al nodo encargado de posicionar la etiqueta inalámbrica 110 directamente, o a través de la estación base maestra 150, por ejemplo. La determinación de la diferencia de tiempo de llegada, TDOA, de la señal de la etiqueta inalámbrica 110 en las estaciones base no maestras 160, 170 se describirá con referencia a la FIGURA 3.

Como alternativa a la notificación de las duraciones de tiempo a la estación base maestra o al otro nodo encargado de posicionar la etiqueta inalámbrica 110, las estaciones base no maestras pueden notificar sus marcas de tiempo de recepción de los mensajes 100A y 100B, permitiendo a la estación base maestra o al otro nodo calcular las duraciones de tiempo. El efecto es el mismo, en concreto, que la estación base maestra u otro nodo obtiene las duraciones de tiempo. Del mismo modo, cuando el otro nodo determina la posición de la etiqueta inalámbrica 110, la estación base maestra puede informar de las duraciones de tiempo o de las marcas de tiempo. La comunicación inalámbrica, ya sea de duraciones de tiempo o de marcas de tiempo, puede basarse en UWB, Bluetooth de baja energía, BLE, WLAN o intervalo largo, LoRa, tecnología inalámbrica de espectro ensanchado. También puede utilizarse la comunicación por cable para comunicar las marcas de tiempo y/o las duraciones de tiempo.

En la determinación global de la localización de la etiqueta inalámbrica 110, pueden utilizarse múltiples sistemas, de forma que pueden estar implicadas múltiples estaciones base maestras. La estimación de la ubicación final de la etiqueta inalámbrica 110 puede ser la media de las estimaciones obtenidas mediante los sistemas implicados, por ejemplo. Un sistema de posicionamiento global con múltiples estaciones base maestras que controlan estaciones base no maestras, en donde algunas de las estaciones base no maestras pueden compartirse entre al menos dos de las estaciones base maestras, puede utilizarse para determinar la ubicación de una etiqueta inalámbrica. Como se ha indicado anteriormente, una estación base maestra puede estar configurada para determinar la ubicación de la etiqueta inalámbrica 110, u otro nodo puede estar configurado para hacerlo. Cuando el otro nodo está configurado de este modo, el otro nodo puede comprender un ordenador in situ, un dispositivo de puerta de enlace o un servidor informático en la nube, por ejemplo.

La FIGURA 3 ilustra la determinación TDOA según una primera serie de realizaciones. Los ejes horizontales corresponden a la estación base maestra 150, a las estaciones base no maestras 160, 170 y a la etiqueta inalámbrica 110, como se indica en la figura. El tiempo avanza de izquierda a derecha.

Las flechas verticales continuas indican transmisión de señales y las flechas verticales discontinuas indican recepción de señales. La primera marca de tiempo T1 corresponde a la transmisión de un mensaje inicial 100A desde la estación base maestra, y la segunda marca de tiempo T1_{ant} corresponde a la transmisión de un mensaje inicial 100A inmediatamente anterior desde la estación base maestra. El intervalo de tiempo tb es la duración de tiempo entre las transmisiones de los dos mensajes iniciales 100A desde la estación base maestra 150. El intervalo de tiempo tb puede denominarse, en general, como una quinta duración de tiempo. El intervalo de tiempo tb puede obtenerse restando T1 – T1_{ant}. De forma similar, la primera, segunda, tercera y cuarta duraciones de tiempo pueden obtenerse como una diferencia entre dos valores de contador, actuando un único valor de contador como marca de tiempo.

La marca de tiempo T2(1) corresponde a la recepción del mensaje inicial 100A enviado en la primera marca de tiempo T1 en la estación base no maestra 160, y la marca de tiempo T2(2) corresponde a la recepción del mensaje inicial 100A enviado en la primera marca de tiempo T1 en la estación base no maestra 170. Del mismo modo, la marca de tiempo T2_{ant}(1) corresponde a la recepción del mensaje inicial 100A enviado en la segunda marca de tiempo T1_{ant} en la estación base no maestra 160, y la marca de tiempo T2_{ant}(2) corresponde a la recepción del mensaje inicial 100A enviado en la segunda marca de tiempo T1_{ant} en la estación base no maestra 170. El tiempo de vuelo de la estación base maestra 150 a la estación base no maestra 160 es R1, y el tiempo de vuelo de la estación base maestra 150 a la estación base no maestra 170 es R2.

TX es la transmisión de la señal desde la etiqueta inalámbrica 110. Esta señal se recibe en la estación base no maestra 160 en la marca de tiempo T4(1), y la misma señal se recibe en la estación base no maestra 170 en la marca de tiempo T4(2). El TDOA de esta señal entre estas dos estaciones base no maestras 160, 170 se denota "TDOA" en la figura.

La estación base no maestra 160 obtiene así una primera duración de tiempo ta1(1) desde la recepción T2_{ant}(1) del mensaje inicial más reciente 100A hasta la recepción T4(1) de la señal 100B de la etiqueta, y una segunda duración de tiempo tb1(1) desde la recepción T2_{ant}(1) del mensaje inicial más reciente 100A hasta la recepción T2(1) del siguiente mensaje inicial 100A.

La estación base no maestra 170 obtiene así una tercera duración de tiempo ta1(2) desde la recepción T2_{ant}(2) del mensaje inicial más reciente 100A hasta la recepción T4(2) de la señal 100B de la etiqueta, y una cuarta duración de tiempo tb1(2) desde la recepción T2_{ant}(2) del mensaje inicial más reciente 100 A hasta la recepción T2(2) del siguiente mensaje inicial 100A.

El TDOA de la señal TX entre las estaciones base no maestras 160 y 170 puede obtenerse entonces como:

$$\text{TDOA}(160, 170) = ta1(1) \times tb/tb1(1) + R1 - (ta1(2) \times tb/tb1(2) + R2), \text{ o alternativamente como}$$

$$\text{TDOA}(160, 170) = ta1(2) \times tb/tb1(2) + R2 - (ta1(1) \times tb/tb1(1) + R1).$$

Varios de tales TDOA (obtenidos de múltiples pares de estaciones base no maestras) pueden utilizarse para

resolver la posición geográfica de la etiqueta inalámbrica 110. Como el sistema puede comprender más de dos estaciones base no maestras, el número de TDOA obtenidos de una única señal TX de la etiqueta inalámbrica 100 puede ser bastante grande. Cuando hay más TDOA de los estrictamente necesarios para resolver la posición de la etiqueta inalámbrica 110, el número creciente de TDOA tiene el efecto de que se reduce el error de posicionamiento.

La FIGURA 4 ilustra la determinación TDOA según una segunda serie de realizaciones. En estas realizaciones, el TDOA se determina entre la estación base maestra y una estación base no maestra.

Como en la FIGURA 3, la estación base maestra transmite mensajes iniciales 100A en los tiempos T1 y T1_{ant}. Estos mensajes son recibidos por la estación base no maestra 160 en los instantes de tiempo T2 y T2_{ant}, respectivamente. La etiqueta inalámbrica 110 transmite su señal inalámbrica TX, que es recibida por la estación base maestra 150 en el instante de tiempo T3, y por la estación base no maestra 160 en el instante de tiempo T4. La diferencia temporal entre T3 y T4 es el TDOA de esta señal entre la estación base maestra 150 y la estación base no maestra 160.

Pueden definirse cuatro duraciones de tiempo: una primera duración de tiempo ta limitada por T3 y T1_{ant}, una segunda duración de tiempo tb limitada por T1_{ant} y T1, una tercera duración de tiempo tal limitada por T4 y T2_{ant}, y una cuarta duración de tiempo tb1 limitada por T2 y T2_{ant}.

El TDOA de la señal TX entre la estación base maestra 150 y la estación base no maestra 160 puede obtenerse como:

$$\text{TDOA}(150, 160) = ta1(1) \times \text{SYNC}(1) - ta + R1, \text{ o alternativamente como}$$

$$\text{TDOA}(150, 160) = (ta - ta1(1) \times \text{SYNC}(1) - R1, \text{ donde } \text{SYNC}(1) = tb/tb1(1).$$

Varios de dichos TDOA pueden utilizarse para resolver la posición geográfica de la etiqueta inalámbrica 110. Como el sistema puede comprender más de dos estaciones base no maestras, el número de TDOA obtenidos a partir de una única señal TX de la etiqueta inalámbrica 100 puede ser bastante grande. Cuando hay más TDOA que los estrictamente necesarios para resolver la posición de la etiqueta inalámbrica 110, el número creciente de TDOA tiene el efecto de que el error de posicionamiento se reduce. En algunas realizaciones, pueden utilizarse conjuntamente las diferencias de tiempo de llegada entre dos estaciones base no maestras y entre estaciones base maestras y no maestras.

Tanto en la realización de la FIGURA 3 como en la de la FIGURA 4, el TDOA puede escalarse multiplicándolo por una unidad de tiempo, tal como una unidad de tiempo igual a 1/64 GHz o 1/128 GHz, por ejemplo.

Un efecto técnico y un beneficio de los métodos divulgados en el presente documento es que la etiqueta inalámbrica 110 puede posicionarse en una red de una estación base maestra y varias estaciones base no maestras utilizando tres mensajes, en donde la estación base maestra transmite dos mensajes 100A y la etiqueta inalámbrica transmite un único mensaje 100B. Los valores TDOA pueden determinarse entre todas las estaciones base dentro del intervalo de la etiqueta inalámbrica 110, por lo que como el número de estaciones base puede ser grande, el número de valores TDOA obtenidos a partir de estos tres mensajes puede ser elevado, permitiendo un posicionamiento preciso de la etiqueta inalámbrica 110. Este mecanismo permite un sistema de posicionamiento con un intervalo en principio ilimitado utilizando un sistema global en el que varias estaciones base principales controlan estaciones base no maestras, en donde algunas de las estaciones base no maestras pueden compartirse entre al menos dos de las estaciones base principales.

Los métodos divulgados en el presente documento superan el problema técnico de los retardos de antena específicos de cada aparato de radio, debido a las diferencias de fabricación de las distintas piezas, ya que las duraciones de tiempo se determinan a partir de marcas de tiempo expresadas como valores de contador en las distintas estaciones base. El retardo de antena/RF específico de la estación base se anula del cálculo de la duración de tiempo, ya que es idéntico en la recepción de todas las señales en esta estación base.

La FIGURA 5 ilustra un ejemplo de aparato capaz de soportar al menos algunas realizaciones de la presente invención. Se ilustra el dispositivo 500, que puede comprender, por ejemplo, un dispositivo electrónico tal como una estación base o etiqueta de la FIGURA 1 o FIGURA 2. En el dispositivo 500 está comprendido el procesador 510, que puede comprender, por ejemplo, un procesador de uno o varios núcleos en donde un procesador de un solo núcleo comprende un núcleo de procesamiento y un procesador de varios núcleos comprende más de un núcleo de procesamiento. El procesador 510 puede comprender, en general, un dispositivo de control. El procesador 510 puede comprender más de un procesador. El procesador 510 puede ser un dispositivo de control. Un núcleo de procesamiento puede comprender, por ejemplo, un núcleo de procesamiento Cortex-A8 fabricado por ARM Holdings o un núcleo de procesamiento Zen diseñado por Advanced Micro Devices Corporation. El procesador 510 puede comprender al menos un procesador Qualcomm Snapdragon y/o Intel Atom. El procesador 510 puede comprender al menos un circuito integrado de aplicación específica, ASIC. El procesador 510 puede

comprender al menos una matriz de puertas programable en campo, FPGA. El procesador 510 puede ser un medio para realizar etapas del método en el dispositivo 500. El procesador 510 puede configurarse, al menos en parte mediante instrucciones informáticas, para realizar acciones.

5 El dispositivo 500 puede comprender una memoria 520. La memoria 520 puede comprender una memoria de acceso aleatorio y/o una memoria permanente. La memoria 520 puede comprender al menos un chip RAM. La memoria 520 puede comprender, por ejemplo, memoria de estado sólido, magnética, óptica y/u holográfica. La memoria 520 puede ser accesible, al menos en parte, al procesador 510. La memoria 520 puede estar comprendida, al menos en parte, en el procesador 510. La memoria 520 puede ser un medio para almacenar información. La memoria 520 puede comprender instrucciones informáticas que el procesador 510 está configurado para ejecutar. Cuando las instrucciones informáticas configuradas para hacer que el procesador 510 realice ciertas acciones se almacenan en la memoria 520, y el dispositivo 500 en general está configurado para ejecutarse bajo la dirección del procesador 510 utilizando instrucciones informáticas de la memoria 520, puede considerarse que el procesador 510 y/o su al menos un núcleo de procesamiento están configurados para realizar dichas acciones. La memoria 520 puede estar comprendida, al menos en parte, en el procesador 510. La memoria 520 puede ser al menos en parte externa al dispositivo 500 pero accesible al dispositivo 500.

20 El dispositivo 500 puede comprender un transmisor 530. El dispositivo 500 puede comprender un receptor 540. El transmisor 530 y el receptor 540 pueden estar configurados para transmitir y recibir, respectivamente, información según al menos una norma celular o no celular. El transmisor 530 y el receptor 540 pueden estar comprendidos en un único transceptor. El transmisor 530 puede comprender más de un transmisor. El receptor 540 puede comprender más de un receptor. El transmisor 530 y/o el receptor 540 pueden estar configurados para funcionar según las normas del sistema mundial de comunicaciones móviles, GSM, acceso múltiple por división de código de banda ancha, WCDMA, 5G, evolución a largo plazo, LTE, UWB, UWB, red de área local inalámbrica, WLAN, Ethernet y/o interoperabilidad mundial para el acceso por microondas, WiMAX, por ejemplo.

El dispositivo 500 puede comprender un transceptor 550 de comunicación de campo cercano, NFC. El transceptor NFC 550 puede admitir al menos una tecnología NFC, tal como NFC, Bluetooth, Wibree o tecnologías similares.

30 El dispositivo 500 puede comprender una interfaz de usuario, UI, 560. La UI 560 puede comprender al menos una de las siguientes características: una pantalla, un teclado, una pantalla táctil, un vibrador dispuesto para enviar señales al usuario haciendo vibrar el dispositivo 500, un altavoz y un micrófono. Un usuario puede ser capaz de hacer funcionar el dispositivo 500 a través de la UI 560, por ejemplo para configurar los parámetros de posicionamiento.

35 El procesador 510 puede estar equipado con un transmisor dispuesto para enviar información desde el procesador 510, a través de cables eléctricos internos del dispositivo 500, a otros dispositivos comprendidos en el dispositivo 500. Dicho transmisor puede comprender un transmisor de bus en serie dispuesto, por ejemplo, para enviar información a través de al menos un cable eléctrico a la memoria 520 para su almacenamiento en la misma. Alternativamente a un bus en serie, el transmisor puede comprender un transmisor de bus en paralelo. Del mismo modo, el procesador 510 puede comprender un receptor dispuesto para recibir información en el procesador 510, a través de cables eléctricos internos del dispositivo 500, desde otros dispositivos comprendidos en el dispositivo 500. Dicho receptor puede comprender un bus en serie y un bus en paralelo. Dicho receptor puede comprender un receptor de bus en serie dispuesto, por ejemplo, para recibir información a través de al menos un cable eléctrico del receptor 540 para su procesamiento en el procesador 510. Alternativamente a un bus en serie, el receptor puede comprender un receptor de bus en paralelo. El dispositivo 500 puede comprender otros dispositivos que no se ilustran en la FIGURA 5.

50 El procesador 510, la memoria 520, el transmisor 530, el receptor 540, el transceptor NFC 550 y/o la UI 560 pueden estar interconectados mediante cables eléctricos internos al dispositivo 500 de múltiples maneras diferentes. Por ejemplo, cada uno de los dispositivos mencionados puede estar conectado por separado a un bus maestro interno del dispositivo 500, para permitir que los dispositivos intercambien información. Sin embargo, como el experto apreciará, esto es sólo un ejemplo y dependiendo de la realización se pueden seleccionar varias formas de interconectar al menos dos de los dispositivos mencionados sin alejarse del alcance de la presente invención.

55 La FIGURA 6 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. Las fases del método ilustrado pueden realizarse en el nodo encargado de posicionar la etiqueta inalámbrica 110. Como se ha descrito anteriormente, este nodo puede ser la estación base maestra o una entidad adicional. Como se ha indicado anteriormente, esta entidad adicional puede comprender un nodo tal como un ordenador in situ, un dispositivo de puerta de enlace o un servidor informático en la nube, por ejemplo.

60 La fase 610 comprende la obtención de la primera y segunda duraciones. La fase 620 comprende la obtención de la tercera, cuarta y quinta duraciones de tiempo. Estas duraciones de tiempo se han tratado anteriormente en el presente documento.

65 La fase 630 comprende la determinación de una diferencia de tiempo de llegada de la señal desde la etiqueta

inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra hasta la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra hasta la segunda estación base no maestra.

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo de un método de acuerdo con al menos algunas realizaciones de la presente invención. Las fases del método ilustrado pueden realizarse en el nodo encargado de posicionar la etiqueta inalámbrica 110. Como se ha descrito anteriormente, este nodo puede ser la estación base maestra u otra entidad.

La fase 710 comprende la obtención de una primera duración y una segunda duración. La fase 720 comprende la obtención de una tercera duración, una cuarta duración y una relación entre la segunda duración y la cuarta duración.

La fase 730 comprende determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

Debe entenderse que las realizaciones de la invención divulgadas no se limitan a las estructuras, etapas de procesamiento o materiales particulares divulgados en el presente documento, sino que se extienden a equivalentes de los mismos que serían reconocidos por los expertos en la materia. También debe entenderse que la terminología empleada en el presente documento se utiliza únicamente para describir realizaciones particulares y no pretende ser limitativa.

La referencia a lo largo de esta memoria descriptiva a una realización o la realización significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con la realización está incluida en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, las apariciones de las frases "en una realización" o "en la realización" en varios lugares a lo largo de esta memoria descriptiva no se refieren necesariamente a la misma realización. Cuando se hace referencia a un valor numérico utilizando un término tal como, por ejemplo, aproximadamente o sustancialmente, también se divulga el valor numérico exacto.

Como se utiliza en el presente documento, una pluralidad de artículos, elementos estructurales, elementos de composición y/o materiales pueden presentarse en una lista común por conveniencia. Sin embargo, estas listas deben interpretarse como si cada miembro de la lista se identificara individualmente como un miembro separado y único. Por lo tanto, ningún miembro individual de dicha lista debe interpretarse como un equivalente de facto de cualquier otro miembro de la misma lista basándose únicamente en su presentación en un grupo común sin indicaciones que indiquen lo contrario. Además, pueden mencionarse en el presente documento diversas realizaciones y ejemplos de la presente invención junto con alternativas para los diversos componentes de la misma. Se entiende que dichas realizaciones, ejemplos y alternativas no deben interpretarse como equivalentes de facto entre sí, sino que deben considerarse como representaciones separadas y autónomas de la presente invención.

Además, los rasgos, estructuras o características descritos pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. En la descripción precedente, se proporcionan numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de longitudes, anchuras, formas, etc., para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones de la invención. Sin embargo, un experto en la materia reconocerá que la invención puede llevarse a la práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros métodos, componentes, materiales, etc. En otros casos, no se muestran o describen en detalle estructuras, materiales u operaciones bien conocidos para evitar oscurecer la comprensión de los aspectos de la invención.

Aunque los ejemplos anteriores son ilustrativos de los principios de la presente invención en una o más aplicaciones particulares, será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse numerosas modificaciones en la forma, uso y detalles de implementación sin el ejercicio de la facultad inventiva y sin alejarse de los principios y conceptos de la invención. Por consiguiente, no se pretende limitar la invención, excepto en lo que se refiere a las reivindicaciones que se exponen a continuación.

Los verbos "comprender" e "incluir" se utilizan en este documento como limitaciones abiertas que no excluyen ni exigen la existencia de otras características no mencionadas. Las características citadas en las reivindicaciones dependientes son libremente combinables entre sí, a menos que se indique explícitamente lo contrario. Además, debe entenderse que el uso de "un" o "una", es decir, una forma singular, a lo largo de este documento no excluye una pluralidad.

Aplicabilidad industrial

Al menos algunas realizaciones de la presente invención encuentran aplicación industrial en el posicionamiento inalámbrico.

Lista de acrónimos

5

TDOA diferencia de tiempo de localización de llegada

UWB banda ultraancha

10

Lista de símbolos de referencia

110	etiqueta
150	estación base maestra
160, 170	estación base no maestra
100A	mensaje inicial
100B	señal de la etiqueta 110
500 - 560	estructura del dispositivo de la FIGURA 5
610-630	fases del método de la FIGURA 6
710-730	fases del método de la FIGURA 6

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

- 5 - obtener una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal procedente de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, obtener una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra;
- 10 - obtener una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obtener una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra
- 15 y obtener una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y
- 20 - determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda
- 25 estación base no maestra.

2. Un método que comprende:

- 30 - obtener una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, obtener una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra;
- 35 - obtener una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obtener una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra
- 40 y obtener una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y
-
- 45 - determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la tercera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda estación base no maestra y de la que se resta un producto de la primera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera
- 50 estación base no maestra.

3. El método según la reivindicación 1 o 2, que comprende además multiplicar la diferencia de tiempo de llegada de la señal determinada por una unidad de tiempo.

55 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, comprende además determinar una segunda y una tercera diferencias de tiempo de llegada de la señal, entre una tercera y una cuarta, y una quinta y una sexta, estaciones base no maestras, respectivamente.

60 5. El método según la reivindicación 4, que comprende además determinar una estimación de la posición de la etiqueta inalámbrica basada al menos en parte en la diferencia de tiempo de llegada de la señal y en la segunda y tercera diferencias de tiempo de llegada de la señal.

6. Un método que comprende:

- obtener una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde

una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obtener una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra;

5

- obtener una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obtener una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obtener una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo;

10

- determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

15

7. Un método que comprende:

- obtener una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obtener una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra;

20

- obtener una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obtener una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obtener una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo;

25

30

- determinar una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la primera duración de tiempo a la que se resta la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, a la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

35

8. El método según la reivindicación 6 o 7, que comprende además multiplicar la diferencia de tiempo de llegada de la señal determinada por una unidad de tiempo.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, que comprende además determinar una segunda y una tercera diferencia de tiempo de llegada de la señal, entre la estación base maestra y una segunda y una tercera estación base no maestra, respectivamente.

40

10. El método según la reivindicación 9, que comprende además determinar una estimación de la posición de la etiqueta inalámbrica basada al menos en parte en la diferencia de tiempo de llegada de la señal y en la segunda y tercera diferencias de tiempo de llegada de la señal.

45

11. Un aparato que comprende al menos un núcleo de procesamiento, al menos una memoria que incluye código de programa informático, estando la al menos una memoria y el código de programa informático configurados para, con el al menos un núcleo de procesamiento, hacer que el aparato al menos:

50

- obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal procedente de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, obtenga una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra;

55

- obtenga una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obtenga una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra y obtenga una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra, y

60

- determine una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda estación base no maestra.
12. Un aparato que comprende al menos un núcleo de procesamiento, al menos una memoria que incluye código de programa informático, estando la al menos una memoria y el código de programa informático configurados para, con el al menos un núcleo de procesamiento, hacer que el aparato al menos:
- obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obtenga una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra;
 - obtenga una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obtenga una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obtenga una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y
 - determine una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.
13. Un medio legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo un conjunto de instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que un aparato al menos:
- obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la recepción de un segundo mensaje en una primera estación base no maestra y por la recepción de una señal procedente de una etiqueta inalámbrica en la primera estación base no maestra, obtenga una segunda duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la primera estación base no maestra y por la recepción de un primer mensaje en la primera estación base no maestra;
 - obtenga una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una segunda estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la segunda estación base no maestra, obtenga una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la segunda estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la segunda estación base no maestra y obtenga una quinta duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión del primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primero, desde la estación base maestra, y
 - determine una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la primera y la segunda estaciones base no maestras como la primera duración de tiempo multiplicada por una relación entre la quinta duración de tiempo y la segunda duración de tiempo, a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la primera estación base no maestra y de la que se resta un producto de la tercera duración de tiempo y una relación entre la quinta duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y de la que se resta un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la segunda estación base no maestra.
14. Un medio legible por ordenador no transitorio que tiene almacenado en el mismo un conjunto de instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador, hacen que un aparato al menos:
- obtenga una primera duración de tiempo, limitada por la transmisión de un segundo mensaje desde una estación base maestra y por la recepción de una señal de una etiqueta inalámbrica en la estación base maestra, obtenga una segunda duración de tiempo, limitada por un tiempo de transmisión de un primer mensaje desde una estación base maestra y un tiempo de transmisión del segundo mensaje, del mismo tipo que el primer mensaje, desde la estación base maestra;

5 - obtenga una tercera duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en una estación base no maestra y por la recepción de la señal de la etiqueta inalámbrica en la estación base no maestra, y obtenga una cuarta duración de tiempo, limitada por la recepción del segundo mensaje en la estación base no maestra y por la recepción del primer mensaje en la estación base no maestra y obtenga una relación entre la segunda duración de tiempo y la cuarta duración de tiempo, y

10 - determine una diferencia de tiempo de llegada de la señal de la etiqueta inalámbrica entre la estación base maestra y la estación base no maestra como la tercera duración de tiempo multiplicada por la relación, de la que se resta la primera duración de tiempo y a la que se añade un tiempo de vuelo a la velocidad de la luz desde la estación base maestra a la estación base no maestra.

15. Un programa informático configurado para hacer que se ejecute un método según al menos una de las reivindicaciones 1 - 10.

15

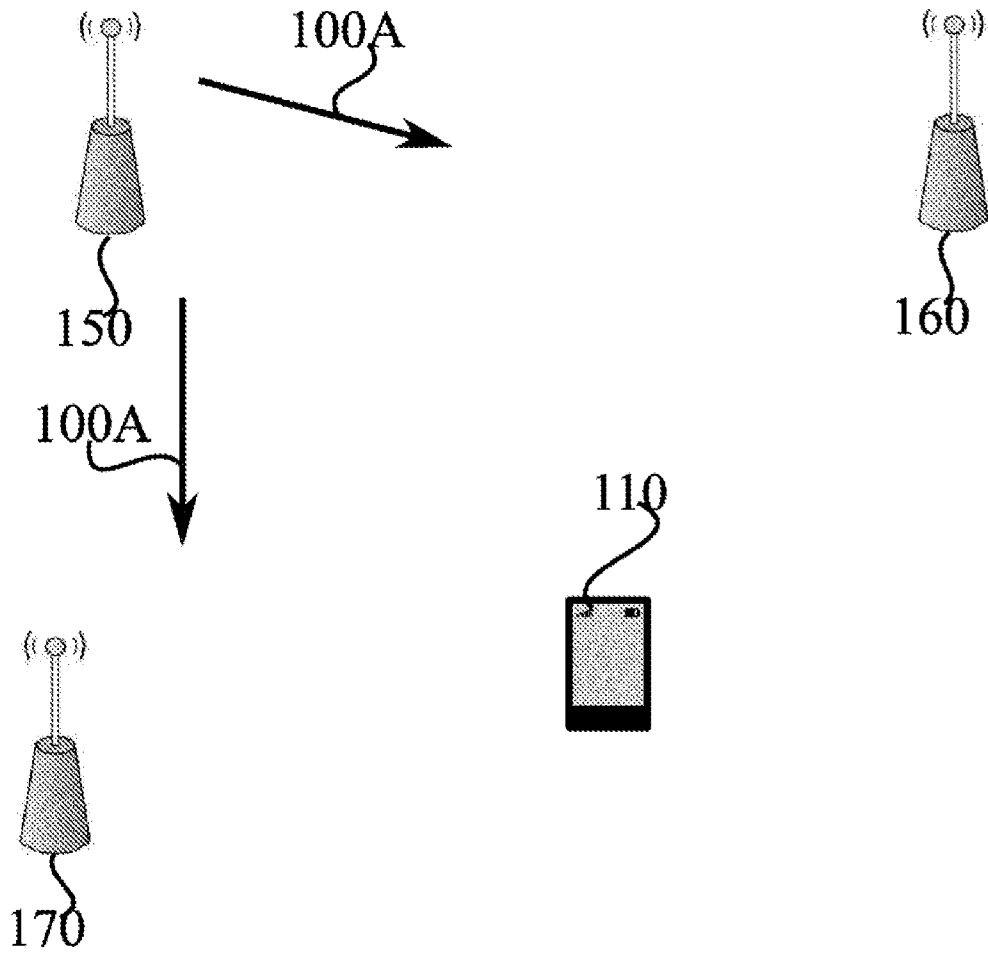


FIGURA 1

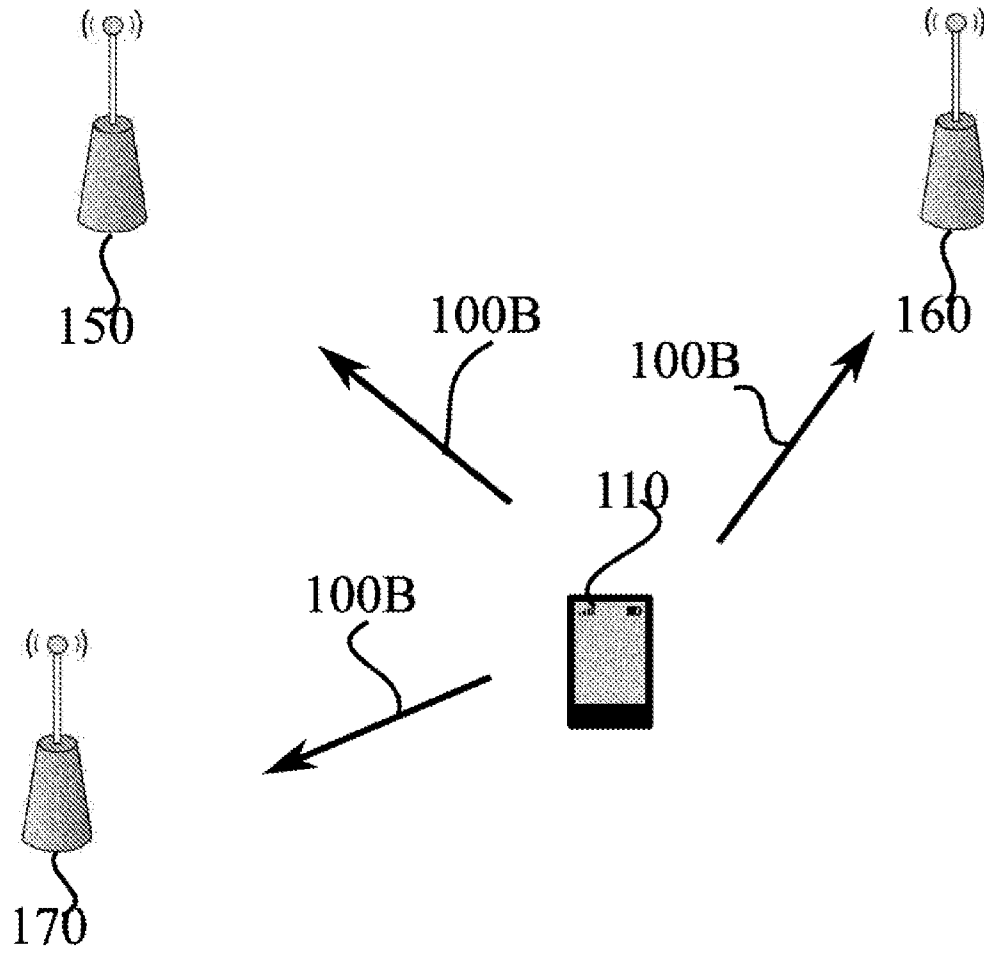


FIGURA 2

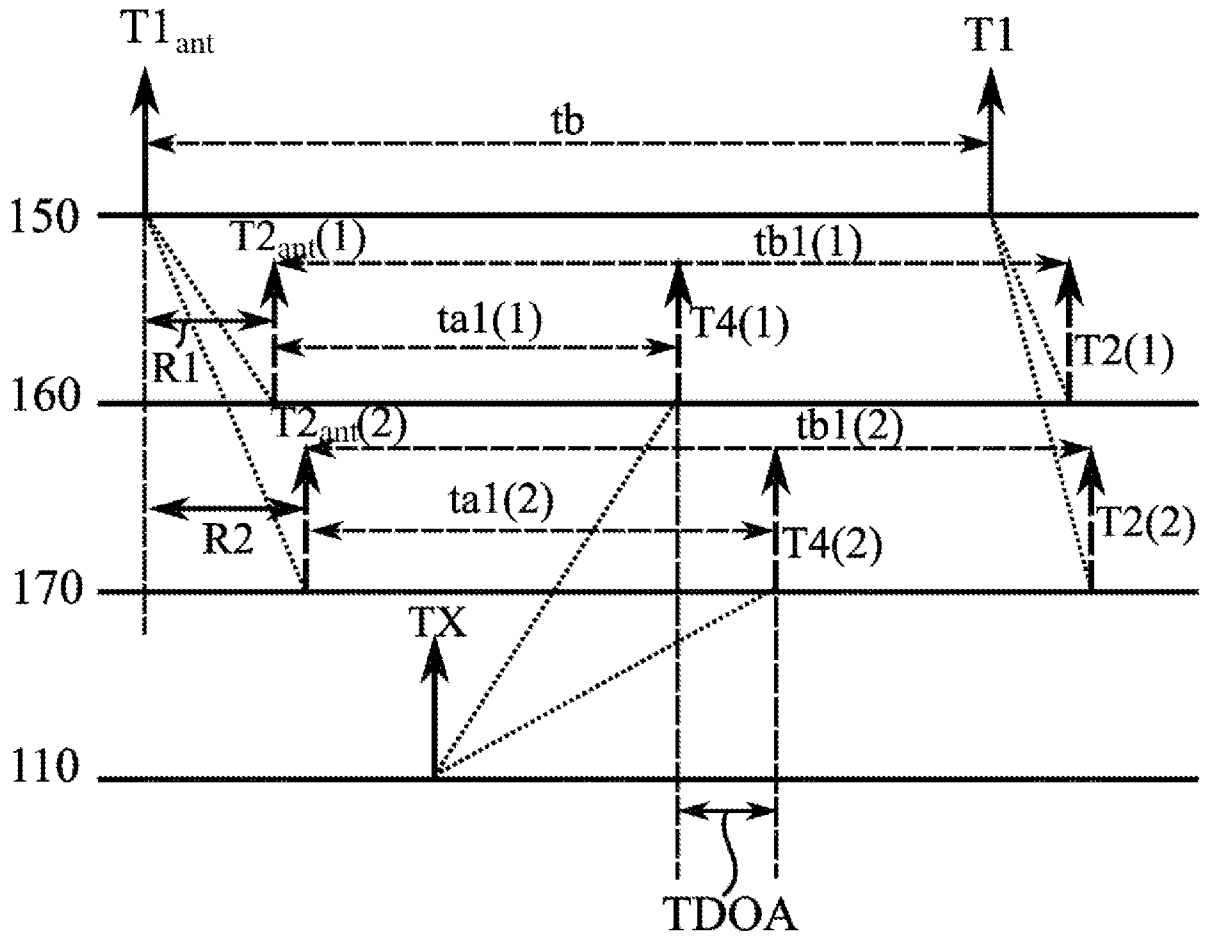


FIGURA 3

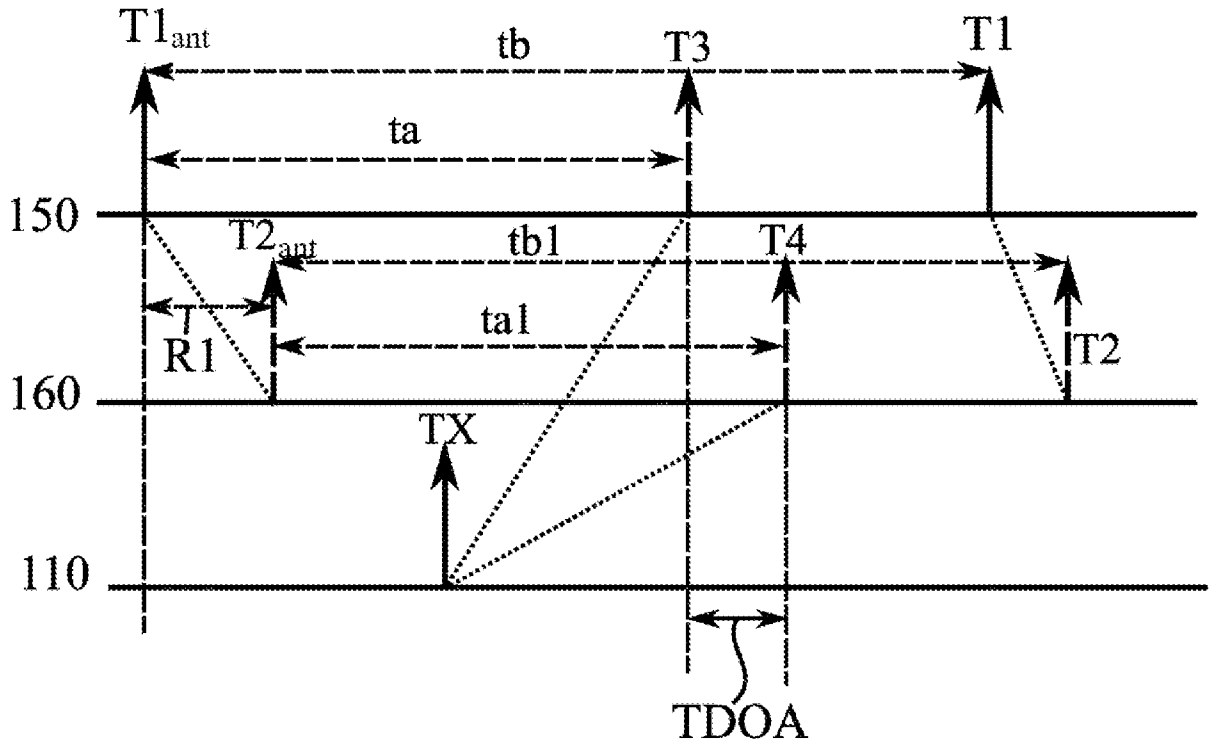


FIGURA 4

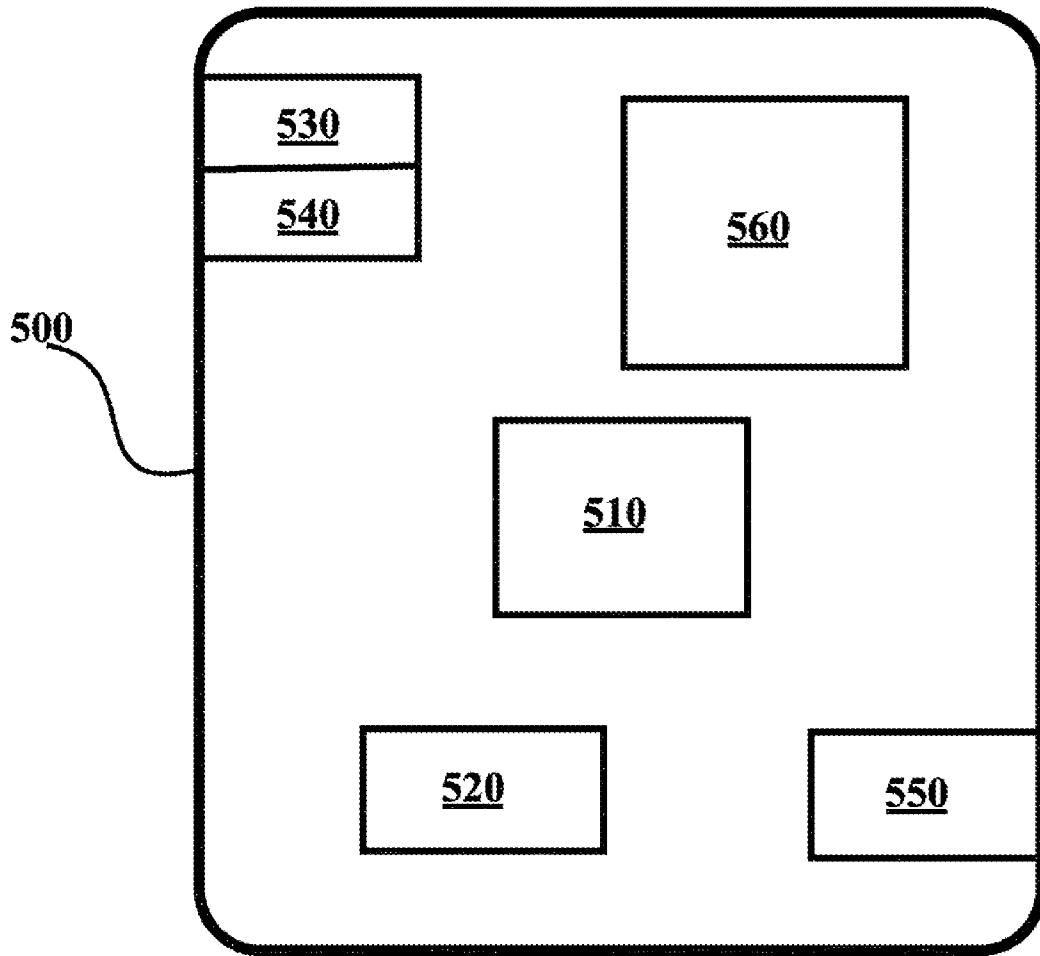


FIGURA 5

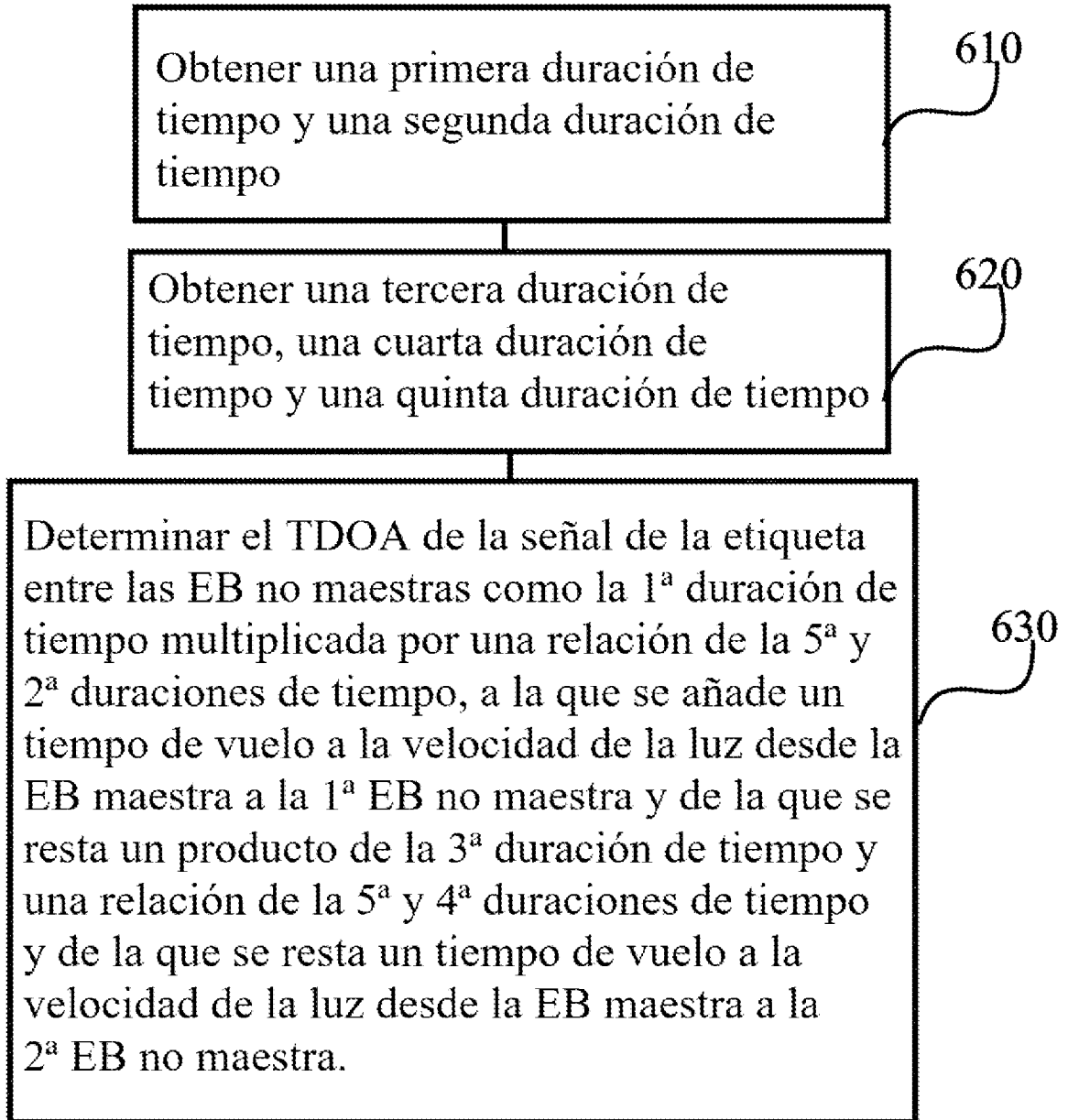


FIGURA 6

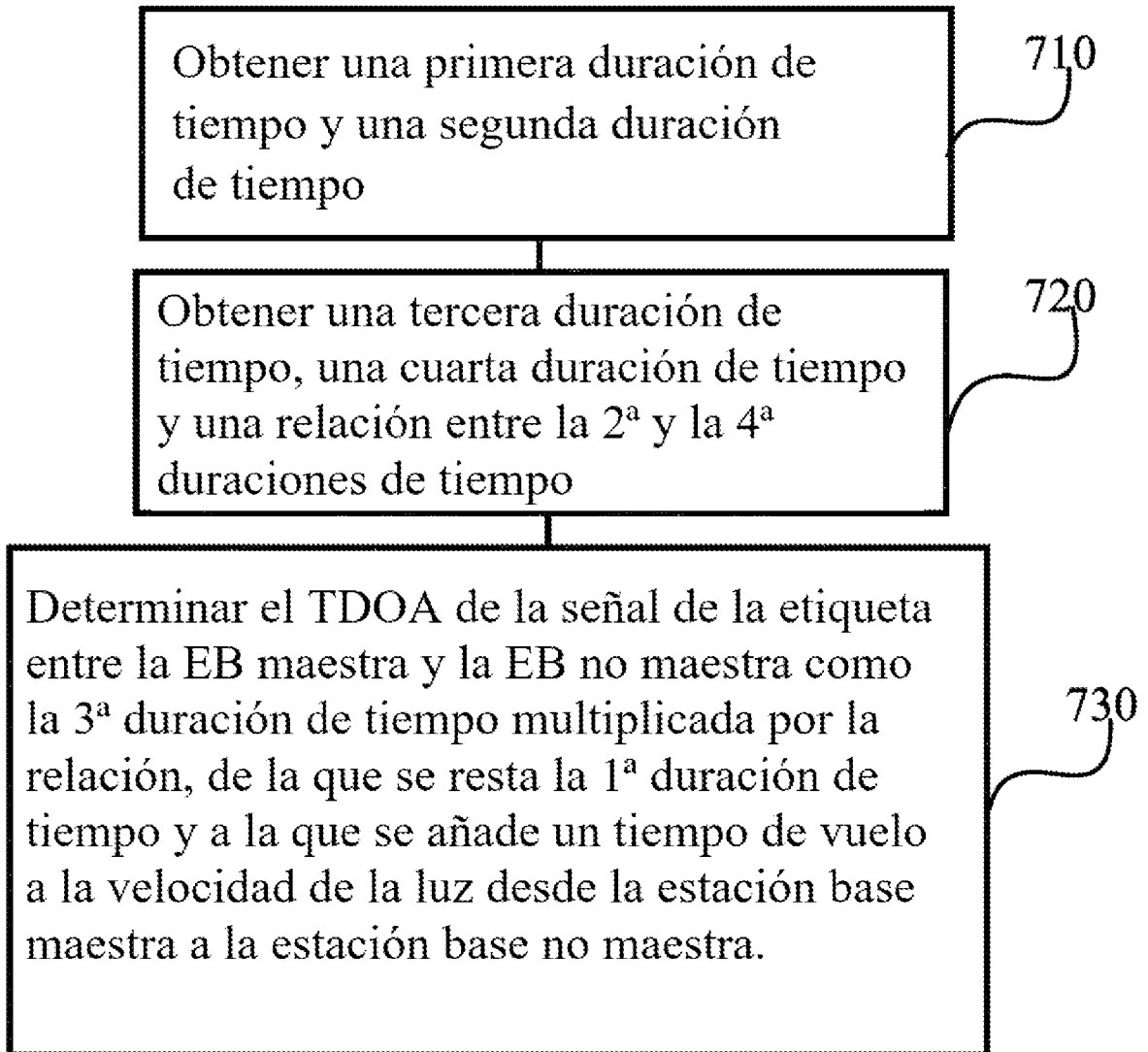


FIGURA 7