

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 148**

51 Int. Cl.:

**H04W 24/00** (2009.01)

**G01S 5/02** (2010.01)

**G01S 5/10** (2006.01)

**G01S 5/14** (2006.01)

**H04W 64/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2011 PCT/US2011/046074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO13002812**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2011 E 11868520 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 2727392**

54 Título: **Mecanismo de localización distribuida para dispositivos de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

**28.06.2011 US 201113170353**

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

**20.06.2018**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**

**5775 Morehouse Drive**

**San Diego, CA 92121, US**

72 Inventor/es:

**CURTICAPEAN, FLOREAN**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 673 148 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**

Mecanismo de localización distribuida para dispositivos de comunicación inalámbrica

5 SOLICITUDES RELACIONADAS

[1] Esta solicitud reivindica el beneficio de la prioridad de la solicitud provisional estadounidense con N° de serie 13/170.353, presentada el 28 de junio de 2011.

10 ANTECEDENTES

[2] Los modos de realización de la materia objeto de la invención se refieren, por lo general, al campo de las comunicaciones y, más particularmente, a un mecanismo de localización distribuida para dispositivos de comunicación inalámbrica.

15

[3] Se pueden emplear diversas técnicas de localización para determinar la posición de un dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, un dispositivo de red de área local inalámbrica (WLAN)), basándose en la recepción de señales de comunicación inalámbricas. Por ejemplo, se pueden implementar técnicas de localización que utilizan el tiempo de llegada (TOA), el tiempo de ida y vuelta (RTD) o la diferencia de tiempo de llegada (TDOA) de señales de comunicación inalámbrica para determinar la posición de un dispositivo de comunicación inalámbrico en una red de comunicación inalámbrica.

20

[4] El documento US 2008/0132244 A1 divulga técnicas para localizar dispositivos inalámbricos. Un dispositivo inalámbrico realiza mediciones de señales transmitidas por estaciones base geográficamente distribuidas dentro de una red inalámbrica. Si se conoce alguna información clave de la sede sobre estos transmisores, tal como la ubicación del transmisor, la potencia de la señal de transmisión, la propagación de la señal y la temporización de la señal de transmisión, las mediciones de estas señales de transmisión por un dispositivo a ubicar pueden usarse para determinar la posición del dispositivo. Todo el intercambio de información entre el dispositivo y el nodo de ubicación puede ser facilitado por un enlace de datos que no es proporcionado por la red inalámbrica que proporciona señales utilizadas en el proceso de estimación de ubicación. Por consiguiente, los dispositivos pueden ubicarse basándose en mediciones de señales de enlace descendente, realizadas por los dispositivos, donde los dispositivos no son parte de la red inalámbrica, no se dotan de servicio inalámbrico por parte de la red y no poseen la capacidad de transmitir señales a la red inalámbrica. y donde los recursos de comunicación de la red inalámbrica no se consumen para facilitar la ubicación.

25

30

35

[5] El documento JP H11 252632 A se refiere a la detección fácil de una posición de un terminal de radio móvil en el sistema de comunicación móvil, que adopta un sistema de asincronización entre estaciones base. Una estación base optativa obtiene una diferencia temporal entre las señales de temporización recibidas desde otras estaciones base y una señal de temporización enviada desde su propia estación base. Un terminal de radio móvil obtiene una diferencia de tiempo de llegada entre las señales de temporización recibidas desde varias de las estaciones base. Una estación de cálculo de posición calcula la información de posición del terminal de radio móvil basándose en la diferencia de tiempo, la diferencia de tiempo de llegada y la información de posición de las pluralidades de las estaciones base decididas de antemano para detectar fácilmente la posición del terminal de radio móvil en el sistema de comunicación móvil, adoptando un sistema de asincronización entre estaciones base.

40

45

SUMARIO

50

[6] En algunas realizaciones, un procedimiento comprende: detectar una pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre pares de puntos de acceso de una pluralidad de puntos de acceso en una red de comunicación inalámbrica; determinar la información de posición asociada a cada punto de acceso de cada uno de los pares de puntos de acceso, basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; determinar la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; y calcular la información de posición asociada a un dispositivo de comunicación de la red de comunicación inalámbrica basándose, al menos en parte, en la información de posición y en la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso.

55

60

[7] En algunas realizaciones, dicho cálculo de la información de posición asociada al dispositivo de comunicación comprende además determinar si la pluralidad de mensajes de control de localización se intercambiaron entre un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso; y calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a la determinación de que la pluralidad de mensajes de control de localización se intercambiaron entre el número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso.

65

- 5 **[8]** En algunas realizaciones, dicho cálculo de la información de posición asociada al dispositivo de comunicación comprende además determinar si la información de posición y la información de temporización, asociada al menos a un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, están disponibles; y calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a la determinación de que la información de posición y la información de temporización, asociada al menos al número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, están disponibles.
- 10 **[9]** En algunas realizaciones, la información de posición asociada a cada punto de acceso de cada uno de los pares de puntos de acceso comprende una ubicación de cada punto de acceso de cada uno de los pares de puntos de acceso.
- 15 **[10]** En algunas realizaciones, dicha determinación de la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso comprende, para cada par de puntos de acceso, determinar instantes de tiempo en los que se recibieron un mensaje de solicitud de localización y un correspondiente mensaje de respuesta de localización, intercambiado por el par de puntos de acceso. en el dispositivo de comunicación, en donde la pluralidad de mensajes de control de localización comprende el mensaje de solicitud de localización y el mensaje de respuesta de localización; determinar los instantes de tiempo en los cuales el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron transmitidos por el par de puntos de acceso; y determinar un tiempo de tránsito asociado al par de puntos de acceso, basándose en los instantes de tiempo en que se recibieron el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización en el dispositivo de comunicación, y basándose en los instantes de tiempo en que el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron transmitidos por el par de puntos de acceso.
- 20 **[11]** En algunas realizaciones, dicha detección de la pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre los pares de puntos de acceso de la pluralidad de puntos de acceso en la red de comunicación inalámbrica comprende uno entre: detectar la pluralidad de mensajes de control de localización en un canal de control de localización predeterminado de una pluralidad de canales de comunicación asociados al dispositivo de comunicación y a la pluralidad de puntos de acceso; o explorar al menos un subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación para detectar la pluralidad de mensajes de control de localización.
- 25 **[12]** En algunas realizaciones, dicha exploración de al menos el subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación para dicha detección de la pluralidad de mensajes de control de localización comprende al menos uno entre: conmutación desde un primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación a un segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, de acuerdo con una secuencia de conmutación de canal, conmutación desde el primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación al segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, después de un intervalo de tiempo de conmutación; o conmutar desde el primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación al segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, en uno o más instantes de tiempo de conmutación.
- 30 **[13]** En algunas realizaciones, para cada uno de los pares de puntos de acceso, dicha detección de la pluralidad de mensajes de control de localización, intercambiados entre los pares de puntos de acceso, comprende detectar un mensaje de solicitud de localización, transmitido desde un primer punto de acceso del par de puntos de acceso; y detectar un mensaje de respuesta de localización, correspondiente al mensaje de solicitud de localización, transmitido desde un segundo punto de acceso del par de puntos de acceso.
- 35 **[14]** En algunas realizaciones, el mensaje de solicitud de localización comprende una indicación de una posición del primer punto de acceso que transmitió el mensaje de solicitud de localización, un número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización, y un intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso, y el mensaje de respuesta de localización comprende una indicación de una posición del segundo punto de acceso que transmitió el mensaje de respuesta de localización, el número de secuencia asociado al correspondiente mensaje de solicitud de localización y un intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso.
- 40 **[15]** En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del primer punto de acceso; y el intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una unidad receptora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una o más unidades de procesamiento del segundo punto de acceso y un intervalo de tiempo de propagación externa entre el primer punto de acceso que transmite el mensaje de solicitud de localización y la unidad receptora del segundo punto de acceso que recibe el mensaje de solicitud de localización.
- 45 **[14]** En algunas realizaciones, el mensaje de solicitud de localización comprende una indicación de una posición del primer punto de acceso que transmitió el mensaje de solicitud de localización, un número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización, y un intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso, y el mensaje de respuesta de localización comprende una indicación de una posición del segundo punto de acceso que transmitió el mensaje de respuesta de localización, el número de secuencia asociado al correspondiente mensaje de solicitud de localización y un intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso.
- 50 **[15]** En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del primer punto de acceso; y el intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una unidad receptora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una o más unidades de procesamiento del segundo punto de acceso y un intervalo de tiempo de propagación externa entre el primer punto de acceso que transmite el mensaje de solicitud de localización y la unidad receptora del segundo punto de acceso que recibe el mensaje de solicitud de localización.
- 55 **[14]** En algunas realizaciones, el mensaje de solicitud de localización comprende una indicación de una posición del primer punto de acceso que transmitió el mensaje de solicitud de localización, un número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización, y un intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso, y el mensaje de respuesta de localización comprende una indicación de una posición del segundo punto de acceso que transmitió el mensaje de respuesta de localización, el número de secuencia asociado al correspondiente mensaje de solicitud de localización y un intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso.
- 60 **[15]** En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del primer punto de acceso; y el intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una unidad receptora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una o más unidades de procesamiento del segundo punto de acceso y un intervalo de tiempo de propagación externa entre el primer punto de acceso que transmite el mensaje de solicitud de localización y la unidad receptora del segundo punto de acceso que recibe el mensaje de solicitud de localización.
- 65 **[15]** En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del primer punto de acceso; y el intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso comprende un intervalo de tiempo asociado a una unidad transmisora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una unidad receptora del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a una o más unidades de procesamiento del segundo punto de acceso y un intervalo de tiempo de propagación externa entre el primer punto de acceso que transmite el mensaje de solicitud de localización y la unidad receptora del segundo punto de acceso que recibe el mensaje de solicitud de localización.

**[16]** En algunas realizaciones, para cada uno de los pares de puntos de acceso, dicha determinación de la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso comprende: detectar una pluralidad de conjuntos de mensajes de control de localización, intercambiados entre el par de puntos de acceso; determinar la información de temporización asociada a cada conjunto de la pluralidad de conjuntos de mensajes de control de localización; y promediar la información de temporización asociada a cada conjunto de la pluralidad de conjuntos de mensajes de control de localización, sobre un intervalo de tiempo predeterminado, para producir una información de temporización media, asociada al par de puntos de acceso; y dicho cálculo de la información de posición asociada al dispositivo de comunicación comprende calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación, basándose, al menos en parte, en la información de posición y la información de temporización media asociada a los pares de puntos de acceso.

**[17]** En algunas realizaciones, un dispositivo de comunicación comprende: un procesador; una interfaz de red acoplada al procesador; y una unidad de localización acoplada al procesador y a la interfaz de red. La unidad de localización es operable para detectar una pluralidad de mensajes de control de localización, intercambiados entre pares de puntos de acceso de una pluralidad de puntos de acceso en una red de comunicación inalámbrica; determinar la información de posición asociada a cada punto de acceso de cada uno de los pares de puntos de acceso, basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; determinar la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; y calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación de la red de comunicación inalámbrica basándose, al menos en parte, en la información de posición y en la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso.

**[18]** En algunas realizaciones, la unidad de localización operable para calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación comprende además la unidad de localización operable para determinar si la información de posición y la información de temporización, asociada al menos a un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, están disponibles; y calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a que la unidad de localización determina que la información de posición y la información de temporización, asociada al menos al número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, están disponibles.

**[19]** En algunas realizaciones, la unidad de localización operable para detectar la pluralidad de mensajes de control de localización, intercambiados entre pares de puntos de acceso de la pluralidad de puntos de acceso en la red de comunicación inalámbrica, comprende la unidad de localización operable para detectar la pluralidad de mensajes de control de localización en un canal predeterminado de control de localización, de una pluralidad de canales de comunicación asociados al dispositivo de comunicación y a la pluralidad de puntos de acceso; o explorar al menos un subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación para detectar la pluralidad de mensajes de control de localización.

**[20]** En algunas realizaciones, la unidad de localización operable para explorar al menos el subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación comprende al menos uno entre: la unidad de localización operable para conmutar desde un primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación a un segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, de acuerdo con una secuencia de conmutación de canal, la unidad de localización operable para conmutar desde el primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación hasta el segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, después de un intervalo de tiempo de conmutación, o la unidad de localización operable para conmutar desde el primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación al segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, en uno o más instantes de tiempo de conmutación.

**[21]** En algunas realizaciones, uno o más medios de almacenamiento legibles por máquina, con instrucciones almacenadas en los mismos, que cuando son ejecutadas por uno o más procesadores hacen que los uno o más procesadores realicen operaciones que comprenden: detectar una pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre pares de puntos de acceso de una pluralidad de puntos de acceso en una red de comunicación inalámbrica; determinar la información de posición asociada a cada punto de acceso de cada uno de los pares de puntos de acceso, basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; determinar la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; y calcular la información de posición asociada a un dispositivo de comunicación de la red de comunicación inalámbrica basándose, al menos en parte, en la información de posición y la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso.

**[22]** En algunas realizaciones, dicha operación de cálculo de la información de posición asociada al dispositivo de comunicación comprende además determinar si están disponibles la información de posición y la información de temporización, asociada al menos a un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso; y calcular la información de posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a

la determinación de que la información de posición y la información de temporización, asociada al menos al número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, están disponibles.

5 **[23]** En algunas realizaciones, dicha operación de determinar la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso comprende, para cada par de puntos de acceso, determinar instantes de tiempo en los que un mensaje de solicitud de localización y un correspondiente mensaje de respuesta de localización, intercambiados por el par de puntos de acceso, fueron recibidos en el dispositivo de comunicación, en donde la pluralidad de mensajes de control de localización comprende el mensaje de solicitud de localización y el mensaje de respuesta de localización; determinar los instantes de tiempo en los cuales el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron transmitidos por el par de puntos de acceso; y determinar un tiempo de tránsito asociado al par de puntos de acceso basándose en los instantes de tiempo en que se recibieron el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización en el dispositivo de comunicación, y basándose en los instantes de tiempo en los que el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron transmitido por el par de puntos de acceso.

20 **[24]** En algunas realizaciones, dicha operación de detección de la pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre pares de puntos de acceso de la pluralidad de puntos de acceso en la red de comunicación inalámbrica comprende uno entre: detectar la pluralidad de mensajes de control de localización en un canal de control de localización predeterminado de una pluralidad de canales de comunicación asociados al dispositivo de comunicación y a la pluralidad de puntos de acceso; o explorar al menos un subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación para detectar la pluralidad de mensajes de control de localización.

25 **[25]** En algunas realizaciones, para cada uno de los pares de puntos de acceso, dicha operación de detección de la pluralidad de mensajes de control de localización, intercambiados entre los pares de puntos de acceso, comprende detectar un mensaje de solicitud de localización desde un primer punto de acceso del par de puntos de acceso, en donde el mensaje de solicitud de localización comprende una indicación de una posición del primer punto de acceso que transmitió el mensaje de solicitud de localización, un número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización y un intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso; y detectar un mensaje de respuesta de localización correspondiente al mensaje de solicitud de localización desde un segundo punto de acceso del par de puntos de acceso, en donde el mensaje de respuesta de localización comprende una indicación de una posición del segundo punto de acceso que transmitió el mensaje de respuesta de localización, el número de secuencia asociado al correspondiente mensaje de solicitud de localización y un intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 **[26]** Los presentes modos de realización se entenderán mejor y numerosos objetivos, características y ventajas resultarán evidentes a los expertos en la técnica haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La **Figura 1** es un diagrama conceptual ejemplar que ilustra un mecanismo de diferencia de tiempo de llegada (TDOA) distribuido para determinar la posición de un dispositivo de comunicación inalámbrica;

45 la **Figura 2** es un diagrama conceptual ejemplar que ilustra una técnica para calcular la posición de la estación cliente basándose en los mensajes de control de localización intercambiados por los puntos de acceso;

50 la **Figura 3** es un diagrama de flujo que ilustra operaciones ejemplares de los puntos de acceso que intercambian mensajes de control de localización;

55 la **Figura 4** es un diagrama de flujo que ilustra operaciones ejemplares para calcular la posición de la estación cliente basándose en los mensajes de control de localización intercambiados por los puntos de acceso; y

la **Figura 5** es un diagrama de bloques de un modo de realización de un dispositivo electrónico que incluye un mecanismo de localización distribuido.

#### DESCRIPCIÓN DEL (DE LOS) MODO(S) DE REALIZACIÓN

60 **[27]** La siguiente descripción incluye sistemas, procedimientos, técnicas, secuencias de instrucciones y productos de programa informáticos ejemplares, que realizan las técnicas de la materia objeto de la presente invención. Sin embargo, debe entenderse que los modos de realización descritos pueden llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. Por ejemplo, aunque los ejemplos se refieren a un mecanismo de localización para dispositivos de red de área local inalámbrica (WLAN), los modos de realización no están limitados de esa manera. En otras realizaciones, el mecanismo de localización descrito en este documento puede implementarse

mediante otras normas y dispositivos inalámbricos (por ejemplo, dispositivos de WiMAX). En otros ejemplos, para no oscurecer la descripción, no se han mostrado en detalle casos de instrucciones, protocolos, estructuras y técnicas ampliamente conocidos.

5 **[28]** En las redes de comunicación inalámbrica, determinar la posición de un dispositivo electrónico con capacidades de comunicación inalámbrica (por ejemplo, dentro de un entorno interior o exterior) puede ser una característica deseada para los usuarios del dispositivo de comunicación (por ejemplo, usuarios de teléfonos móviles) y operadores de la red de comunicación inalámbrica. En algunos sistemas, las técnicas de diferencia de tiempo de llegada (TDOA) pueden implementarse para determinar la posición del dispositivo de comunicación.  
 10 Por ejemplo, el dispositivo de comunicación puede transmitir un mensaje de solicitud a múltiples puntos de acceso, recibir un mensaje de respuesta desde los puntos de acceso, medir la diferencia entre los instantes temporales en los que el dispositivo de comunicación recibió los mensajes de respuesta desde los puntos de acceso y, en consecuencia, determinar la diferencia entre las distancias desde cada uno de los puntos de acceso al dispositivo de comunicación. La posición del dispositivo de comunicación se puede determinar después de al menos tres de tales mediciones de diferencia de distancia. Sin embargo, la responsabilidad de iniciar las operaciones de localización según TDOA (por ejemplo, para transmitir el mensaje de solicitud a los puntos de acceso) se encuentra habitualmente en el dispositivo de comunicación. Debido a que el dispositivo de comunicación desempeña un papel activo en la transmisión de los mensajes de solicitud a cada punto de acceso, el dispositivo de comunicación puede consumir una cantidad significativa de ancho de banda y de potencia. Además, la precisión de las mediciones está limitada por el factor de sincronización entre los relojes asociados a cada uno de los puntos de acceso. En otras palabras, la técnica de localización de TDOA habitualmente requiere que los relojes asociados a cada uno de los puntos de acceso estén sincronizados con precisión, lo que puede ser costoso de implementar en las redes de comunicación.

25 **[29]** Una unidad de cálculo de posición del dispositivo de comunicación puede configurarse para determinar la posición del dispositivo de comunicación de manera distribuida, sin necesidad de sincronización temporal entre los puntos de acceso. Cada punto de acceso en la red de comunicación inalámbrica puede transmitir mensajes de solicitud de localización a, y recibir mensajes de respuesta de localización correspondientes desde, uno o más puntos de acceso en la red de comunicación inalámbrica. Los mensajes de solicitud de localización y los correspondientes mensajes de respuesta de localización se denominan conjuntamente "mensajes de control de localización". Los mensajes de control de localización pueden comprender una indicación de la posición del punto de acceso, intervalos de tiempo de propagación, asociados a la transmisión, recepción y procesamiento de los mensajes de control de localización, y / u otra información. La unidad de cálculo de posición del dispositivo de comunicación puede escuchar y detectar pasivamente los mensajes de control de localización intercambiados entre pares de los puntos de acceso. La unidad de cálculo de posición puede determinar información de temporización e información de posición asociada a un número predeterminado de pares de puntos de acceso. La unidad de cálculo de posición puede entonces determinar la posición del dispositivo de comunicación basándose, al menos en parte, en la información de temporización y en la información de posición asociada al número predeterminado de pares de puntos de acceso.

40 **[30]** Tal mecanismo de localización distribuida para determinar la posición del dispositivo de comunicación puede evitar la necesidad de la sincronización temporal entre cada uno de los puntos de acceso y el dispositivo de comunicación inalámbrico. Además, debido a que el dispositivo de comunicación inalámbrica puede escuchar (y detectar) pasivamente los mensajes de control de localización, el mecanismo de localización distribuida puede habilitar cualquier número de dispositivos de comunicación inalámbrica dentro del alcance de los puntos de acceso para calcular su posición sin consumir ningún ancho de banda. Este mecanismo de localización distribuida también puede minimizar el consumo de energía en el dispositivo de comunicación inalámbrica.

50 **[31]** La **Figura 1** es un ejemplo de diagrama conceptual que ilustra un mecanismo de diferencia de tiempo de llegada (TDOA) distribuido para determinar la posición de un dispositivo de comunicación inalámbrica. La Figura 1 representa una red de comunicación inalámbrica 100 que comprende cuatro puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 y una estación de cliente 112. El punto de acceso (AP) 102 comprende una unidad de localización de AP 110. Del mismo modo, aunque no se representa en la Figura 1, cada uno de los puntos de acceso 104, 106 y 108 también comprende sus respectivas unidades de localización de AP. La estación cliente 112 comprende una unidad de cálculo de posición del cliente 114. En una implementación, la estación cliente 112 puede ser cualquier dispositivo electrónico adecuado (por ejemplo, un ordenador portátil, una tableta, un ordenador portátil, un teléfono móvil, una consola de juegos, un asistente digital personal (PDA), etc.) con capacidades de comunicación inalámbrica.

60 **[32]** En la etapa A, la unidad de localización de AP 110 del punto de acceso 102 intercambia mensajes de control de localización con los otros puntos de acceso 104, 106 y 108 en la red de comunicación inalámbrica 100 para determinar la posición de cada uno de los otros puntos de acceso 104, 106 y 108. En un ejemplo, los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden ser puntos de acceso de auto-localización que pueden determinar su propia posición (por ejemplo, coordenadas en el espacio tridimensional o bidimensional). En una implementación, la unidad de localización de AP 110 puede explorar todos los canales de comunicación inalámbrica disponibles para identificar otros puntos de acceso 104, 106 y 108 en la red de comunicación inalámbrica 100. Por ejemplo,

la unidad de localización de AP 110 puede identificar los puntos de acceso 104, 106 y 108 basándose en la recepción de mensajes de baliza desde los puntos de acceso 104, 106 y 108. La unidad de localización de AP 110 puede entonces transmitir un mensaje de solicitud de localización de unidifusión a cada uno de los otros puntos de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102. El mensaje de solicitud de localización puede comprender una indicación de la posición del punto de acceso 102. En respuesta, la unidad de localización de AP 110 puede recibir mensajes de respuesta de localización desde cada uno de los puntos de acceso 104, 106 y 108. Cada uno de los mensajes de respuesta de localización puede comprender una indicación de la posición del punto de acceso correspondiente 104, 106 y 108, una diferencia de tiempo entre la recepción del mensaje de solicitud de localización y la transmisión del mensaje de respuesta de localización (denominado en este documento "intervalo interno de tiempo de propagación"), un número de secuencia y / u otra información. En el ejemplo de la figura 1, el punto de acceso 102 intercambia mensajes de control de localización 116 con el punto de acceso 104 e intercambia mensajes de control de localización 122 con el punto de acceso 108. El punto de acceso 104 intercambia mensajes de control de localización 118 con el punto de acceso 106, mientras que el punto de acceso 106 intercambia mensajes de control de localización 120 con el punto de acceso 108. Aunque no se representa en la Figura 1, cada uno de los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 puede transmitir mensajes de solicitud de localización a algunos de / todos los demás puntos de acceso en la red de comunicación inalámbrica 100 y puede recibir mensajes correspondientes de respuesta de localización. Las operaciones de los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108, que intercambian mensajes de control de localización, se describen adicionalmente en la Figura 3.

**[33]** En la etapa B, la estación cliente 112 intercepta los mensajes de control de localización intercambiados por los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108. Las líneas discontinuas 124, 126, 128 y 128 representan la unidad de cálculo de posición del cliente 114 que intercepta los mensajes de control de localización 116, 118, 120 y 122, intercambiados respectivamente entre pares de los puntos de acceso. En una implementación, la unidad de cálculo de posición de cliente 114 de la estación cliente 112 puede explorar todos los canales de comunicación disponibles asociados a la estación cliente 112 (y los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108) para detectar los mensajes de control de localización. En otra implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede explorar un subconjunto predeterminado de los canales de comunicación disponibles para detectar los mensajes de control de localización. En otra implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede escuchar e interceptar los mensajes de control de localización, intercambiados mediante un canal de control de localización designado. Al detectar los mensajes de control de localización, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar los mensajes de solicitud de localización y los correspondientes mensajes de respuesta de localización, intercambiados por cada par de puntos de acceso. En una implementación, cada mensaje de solicitud de localización y su correspondiente mensaje de respuesta de localización pueden comprender un número de secuencia común. Por lo tanto, en esta implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar mensajes de control de localización con el mismo número de secuencia, y puede leer un campo de dirección dentro de cada uno de los mensajes de control de localización identificados, para identificar el par de puntos de acceso que intercambiaron los mensajes de control de localización. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar un mensaje de solicitud de localización con un número de secuencia "123" y un correspondiente mensaje de respuesta de localización con el mismo número de secuencia "123". Basándose en la lectura del campo de dirección asociado al mensaje de solicitud de localización, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar que el punto de acceso 102 transmitió el mensaje de solicitud de localización con el número de secuencia "123". Asimismo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar que el punto de acceso 108 transmitió el mensaje de respuesta de localización con el número de secuencia "123". Por lo tanto, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar que los puntos de acceso 102 y 108 forman un par de puntos de acceso a analizar, como se describirá a continuación en la etapa C de las Figuras 1 y 4.

**[34]** En la etapa C, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina la información de temporización y la información de posición asociada al menos a tres pares independientes de puntos de acceso, en función de los mensajes de control de localización detectados. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede analizar los mensajes de control de localización intercambiados por cada par de puntos de acceso (identificados en la etapa B) para determinar la información de temporización asociada a los pares de puntos de acceso. En un ejemplo, como parte de la información de temporización, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede calcular la diferencia en el tiempo de llegada entre el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización (asociado al mismo número de secuencia). Como parte de la información de temporización, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 también puede determinar los intervalos de tiempo de propagación internos y los intervalos de tiempo de propagación externos, asociados a cada uno de los pares de puntos de acceso, como se describirá adicionalmente en la figura 2. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede almacenar la información de temporización determinada para cada par de puntos de acceso en una ubicación de memoria predeterminada, una estructura de datos u otro dispositivo de almacenamiento adecuado. En algunas implementaciones, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar la información de temporización asociada a cada par de puntos de acceso basándose en un único conjunto de mensajes de control de localización intercambiados. Sin embargo, en otras implementaciones, para mejorar la calidad de medición, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede recoger múltiples conjuntos de mensajes de control de localización (intercambiados por el mismo par de puntos de acceso) y

puede promediar la información de temporización durante un intervalo de tiempo predeterminado. Adicionalmente, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 también puede determinar la información de posición asociada a cada punto de acceso a partir de los mensajes de control de localización intercambiados por cada par de puntos de acceso. Como se ha descrito anteriormente, en un ejemplo, los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden transmitir una indicación de su posición actual en uno o más mensajes de control de localización transmitidos. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede leer un campo de datos adecuado en los mensajes de control de localización para determinar la posición de los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108.

[35] En la etapa D, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina la posición de la estación cliente 112 en función de la información de temporización y la información de posición asociada al menos a tres pares independientes de puntos de acceso. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede construir tres ecuaciones de localización independientes a partir de la información de temporización y la información de posición de punto de acceso, determinada para al menos tres pares independientes de puntos de acceso, como se describirá adicionalmente en la figura 2. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede resolver las ecuaciones de localización para determinar una posición tridimensional de la estación cliente 112. Se observa que, en otras implementaciones, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar la posición de la estación cliente 112 basándose en la información de temporización y en la información de posición del punto de acceso, asociada a cualquier número adecuado de pares independientes de puntos de acceso. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede construir dos ecuaciones de localización independientes, a partir de la información de temporización y de la información de posición del punto de acceso determinada para dos pares independientes de puntos de acceso, para determinar una posición bidimensional de la estación cliente 112.

[36] La figura 2 es un ejemplo de diagrama conceptual que ilustra una técnica para calcular la posición de la estación cliente en función de los mensajes de control de localización intercambiados por los puntos de acceso. La Figura 2 representa la estación cliente 112 y los puntos de acceso 102 y 104. Para mayor claridad, el punto de acceso 102 se denomina AP1 y el punto de acceso 104 se denomina AP2. La figura 2 también representa el tiempo transcurrido durante varios segmentos asociados al intercambio de mensajes de control de localización entre el par de puntos de acceso 102 y 104, como se describirá a continuación.

[37] En la etapa A, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 de la estación cliente 112 mide el tiempo de tránsito asociado a un mensaje de solicitud de localización recibido y a un correspondiente mensaje de respuesta de localización. Como se ha descrito anteriormente en la Figura 1, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar mensajes de control de localización asociados al mismo número de secuencia para identificar el par de puntos de acceso 102 y 104. En un ejemplo, el mensaje de solicitud de localización puede comprender una indicación del instante en el que el punto de acceso 102 transmitió el mensaje de solicitud de localización, y el mensaje de respuesta de localización puede comprender una indicación del instante en el que el punto de acceso 104 transmitió el mensaje de respuesta de localización. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar los tiempos de tránsito asociados a los mensajes de control de localización basándose en el instante en el que se transmitieron los mensajes de control de localización y basándose en el instante de tiempo en el que la estación cliente 112 detectó los mensajes de control de localización. En la figura 2, el intervalo de tiempo  $T_{AP1-STA}$  212 representa el tiempo de tránsito entre la antena de transmisión asociada al punto de acceso 102 y una antena de recepción asociada a la estación cliente 112. En otras palabras, el intervalo de tiempo 212 puede indicar el tiempo transcurrido entre el instante en que el punto de acceso 102 transmitió el mensaje de solicitud de localización y el instante en el que la estación cliente 112 detectó el mensaje de solicitud de localización. Además, el intervalo de tiempo  $T_{AP2-STA}$  214 representa el tiempo de tránsito entre la antena de transmisión asociada al punto de acceso 104 y la antena de recepción asociada a la estación cliente 112. En otras palabras, el intervalo de tiempo 212 puede indicar el tiempo transcurrido entre el instante en el que el punto de acceso 104 transmitió el mensaje de respuesta de localización y el instante en el que la estación cliente 112 detectó el mensaje de respuesta de localización.

[38] En la etapa B, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina la posición de los puntos de acceso 102 y 104 y el intervalo de tiempo de propagación interno del AP en función de los mensajes de control de localización detectados. Como se ha descrito anteriormente, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede leer un campo de datos predeterminado del mensaje de solicitud de localización para determinar la posición del punto de acceso 102. Asimismo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede leer un campo de datos predeterminado del mensaje de respuesta de localización para determinar la posición del punto de acceso 104. El intervalo de tiempo de propagación interno del AP puede incluir un intervalo de tiempo de propagación dentro de una unidad transmisora, un intervalo de tiempo de propagación dentro de unidades de procesamiento y un intervalo de tiempo de propagación dentro de una unidad receptora, como se describe en mayor detalle a continuación.

[39] En la Figura 2, el intervalo de tiempo  $T_{TX-AP1}$  202 representa el intervalo de tiempo de propagación dentro de la unidad transmisora asociada al punto de acceso 102. Por ejemplo, el intervalo de tiempo 202 puede representar el tiempo transcurrido entre que el punto de acceso 102 genera el mensaje de solicitud de

localización y que la antena de transmisión asociada al punto de acceso 102 transmite el mensaje de solicitud de localización. El intervalo de tiempo  $T_{RX-AP2}$  206 representa el intervalo de tiempo de propagación dentro de la unidad receptora asociada al punto de acceso 104. Por ejemplo, el intervalo de tiempo 206 puede representar el tiempo transcurrido entre que la antena receptora asociada al punto de acceso 104 recibe el mensaje de respuesta de localización y que las unidades de procesamiento asociadas al punto de acceso 104 reciben el mensaje de respuesta de localización desde la antena receptora. El intervalo de tiempo  $T_{P-AP2}$  208 representa el tiempo de procesamiento (o tiempo de respuesta) asociado a las unidades de procesamiento del punto de acceso 104. El intervalo de tiempo de procesamiento 208 puede representar el tiempo transcurrido para que las unidades de procesamiento del punto de acceso 104 decodifiquen el mensaje de solicitud de localización, generen el correspondiente mensaje de respuesta de localización y proporcionen el mensaje de respuesta de localización (por ejemplo, a la antena transmisora) para su transmisión posterior. El intervalo de tiempo de procesamiento 208 también puede comprender un retardo entre tramas (por ejemplo, el espacio breve entre tramas (SIFS)). El intervalo de tiempo  $T_{TX-AP2}$  210 representa el intervalo de tiempo de propagación dentro de la unidad transmisora asociada al punto de acceso 104. Por ejemplo, el intervalo de tiempo 210 puede representar el tiempo transcurrido entre que las unidades de procesamiento del punto de acceso 104 generan el mensaje de respuesta de localización y que la antena de transmisión asociada al punto de acceso 104 transmite el mensaje de respuesta de localización.

**[40]** La unidad de cálculo de posición del cliente 114 también puede determinar el intervalo de tiempo de propagación externo 204 entre los puntos de acceso 102 y 104. En la figura 2, el intervalo de tiempo  $T_{AP1-AP2}$  204 representa el intervalo de tiempo de propagación externo entre la antena de transmisión asociada al punto de acceso 102 y la antena de recepción asociada al punto de acceso 104. En otras palabras, el intervalo de tiempo 204 puede representar el intervalo de tiempo entre el instante en que el punto de acceso 102 transmitió el mensaje de solicitud de localización y el instante en que el punto de acceso 104 recibió el mensaje de solicitud de localización. En algunas implementaciones, el intervalo de tiempo de propagación interno del AP y el intervalo de tiempo de propagación externo 204 pueden determinarse a partir de los mensajes de control de localización. Por ejemplo, el mensaje de solicitud de localización transmitido por el punto de acceso 102 puede comprender una indicación del intervalo de tiempo de propagación 202 dentro de la unidad transmisora asociada al punto de acceso 102. El mensaje de respuesta de localización transmitido por el punto de acceso 104 puede comprender una indicación de los intervalos de tiempo de propagación 206, 208 y 210 (por ejemplo, la suma de  $T_{RX-AP1} + T_{P-AP2} + T_{TX-AP2}$ ) asociados al punto de acceso 104. El punto de acceso 104 también puede calcular y transmitir una indicación del intervalo de tiempo de propagación externo 204 en el mensaje de respuesta de localización. En algunas implementaciones, el intervalo de tiempo de propagación externo 204 también puede ser calculado por la estación cliente 112 basándose en los sellos cronológicos en los mensajes de solicitud de localización detectados y en los mensajes de respuesta de localización.

**[41]** Aunque no se representa en la Figura 2 para mayor claridad, se observa que la estación cliente 112 puede ejecutar las operaciones descritas en las etapas A y B para un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso (por ejemplo, tres pares independientes de puntos de acceso). Con referencia a la Figura 1, además de determinar el tiempo de tránsito asociado a los mensajes de control de localización intercambiados por el par de puntos de acceso 102 y 104, la estación cliente 112 puede determinar el tiempo de tránsito asociado a los mensajes de control de localización intercambiados por otros pares de los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108. La estación cliente 112 también puede determinar la posición, el intervalo de tiempo de propagación interno del AP y el intervalo de tiempo de propagación externo asociado a los pares de puntos de acceso. Después de que la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina el tiempo de tránsito, la posición, el intervalo de tiempo de propagación interno del AP y el intervalo de tiempo de propagación externo asociado al número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede calcular la posición de la estación cliente 112, como se describe a continuación en la etapa C.

**[42]** En la etapa C, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 calcula la posición de la estación cliente 112 basándose, al menos en parte, en el tiempo de tránsito, la posición de los puntos de acceso, el intervalo de tiempo de propagación interno del AP y el intervalo de tiempo de propagación externo. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 también puede determinar (por ejemplo, leer desde una ubicación de memoria predeterminada) el intervalo de tiempo de propagación interno del cliente antes de determinar la posición de la estación cliente 112. En la Figura 2, el intervalo de tiempo  $T_{RX-STA}$  216 representa el intervalo de tiempo de propagación dentro de la unidad receptora asociada a la estación cliente 112. Por ejemplo, el intervalo de tiempo 216 puede representar el tiempo transcurrido entre que la antena receptora asociada a la estación cliente 112 recibe los mensajes de control de localización y que las unidades de procesamiento asociadas a la estación cliente 112 procesan los mensajes de control de localización. Como se representa en Ec. 1, para cada par de puntos de acceso 102 y 104, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar una medición de TDOA ( $\Delta_{STA}$ ) en función de los mensajes de control de localización intercambiados por el par de puntos de acceso 102 y 104.

$$\Delta_{STA} = T_{AP2-AP1} + (T_{RX-AP1} + T_{P-AP2} + T_{TX-AP2}) + T_{AP2-STA} + T_{RX-STA} - (T_{AP1-STA} + T_{RX-STA})$$

Ec. 1

5 **[43]** La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede entonces construir (para cada uno entre el número predeterminados de pares de puntos de acceso) una ecuación de localización como se representa en la Ec. 2.

$$R_{AP2-STA} - R_{AP1-STA} = c * \Delta_{STA} - c * (T_{RX-AP1} + T_{P-AP2} + T_{TX-AP2}) - R_{AP1-AP2}$$

10 Ec. 2

15 **[44]** En la Ec. 2,  $R_{AP1-AP2}$  representa la distancia entre los puntos de acceso 102 y 104. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar la distancia entre los puntos de acceso 102 y 104 basándose en la información de posición del punto de acceso (por ejemplo, basándose en coordenadas de posición tridimensionales (3-D) de los puntos de acceso 102 y 104).  $R_{AP1-STA}$  y  $R_{AP2-STA}$  representan la distancia entre el punto de acceso 102 y la estación cliente 112, y la distancia entre el punto de acceso 104 y la estación cliente 112, respectivamente. Por último,  $c$  es la velocidad de la luz. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede entonces resolver (usando cualquier procedimiento adecuado de resolución de ecuaciones) las ecuaciones de localización determinadas para el número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso, para determinar la posición de la estación cliente 112.

20 **[45]** La Figura 3 es un diagrama de flujo ("flujo") 300 que ilustra operaciones ejemplares de los puntos de acceso que intercambian mensajes de control de localización. El flujo 300 comienza en el bloque 302.

25 **[46]** En el bloque 302, se determinan uno o más puntos de acceso dentro de un rango de comunicación. En el ejemplo de la Figura 1, la unidad de localización de AP 110 del punto de acceso 102 puede identificar los puntos de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102. En una implementación, la unidad de localización de AP 110 puede identificar los puntos de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación basándose en la recepción de mensajes de baliza (desde los puntos de acceso 104, 106 y 108) en el punto de acceso 102. En otra implementación, la unidad de localización de AP 110 puede identificar los puntos de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102 basándose en la recepción de mensajes de control adecuados cualesquiera. El flujo continúa en el bloque 304.

35 **[47]** En el bloque 304, se determina un canal de comunicación en el cual intercambiar mensajes de control de localización con los puntos de acceso identificados. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede determinar el canal de comunicación en el que intercambiar mensajes de control de localización con los puntos de acceso 104, 106 y 108. En una implementación, los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden configurarse para intercambiar mensajes de control de localización mediante un canal de control de localización designado previamente. En otra implementación, los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden configurarse para intercambiar mensajes de control de localización en todos (o un subconjunto de) los canales de comunicación disponibles. En otra implementación, los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden configurarse para conmutar entre múltiples canales de comunicación de acuerdo con una secuencia predeterminada y / o en instantes de tiempo predeterminados. Después de que la unidad de localización de AP 110 identifica el canal de comunicación en el que intercambiar mensajes de control de localización con los otros puntos de acceso 104, 106 y 108, el flujo continúa en el bloque 306.

40 **[48]** En el bloque 306, comienza un ciclo para cada uno de los uno o más puntos de acceso identificados dentro del rango de comunicación. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede iniciar un ciclo para ejecutar operaciones descritas a continuación en los bloques 308 a 312 para los puntos de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102. El flujo continúa en el bloque 308.

45 **[49]** En el bloque 308, se transmite un mensaje de solicitud de localización de unidifusión al punto de acceso. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede transmitir (o puede hacer que una unidad transceptora transmita) el mensaje de solicitud de localización al punto de acceso 104. En una implementación, el mensaje de solicitud de localización puede comprender una indicación de la posición (por ejemplo, coordenadas geoespaciales tridimensionales, coordenadas cartesianas, etc.) del punto de acceso 102, un número de secuencia, un sello cronológico que indica un instante en el que se transmitió el mensaje de solicitud de localización, etc. El número de secuencia puede ser un número generado aleatoriamente (o pseudo-aleatoriamente) que puede ser usado (por ejemplo, por la estación cliente 112 como se describirá en la Figura 4) para identificar los pares correspondientes de mensajes de solicitud de localización y de respuesta de localización. En algunas implementaciones, la unidad de localización de AP 110 puede indicar la posición del punto de acceso 102 en cada mensaje de control de localización transmitido desde el punto de acceso 102. En otra implementación, la unidad de localización de AP 110 puede indicar la posición del punto de acceso 102

después de un intervalo de tiempo predeterminado y / o después de transmitir un número predeterminado de paquetes de control de localización. Por ejemplo, si el punto de acceso 102 es un punto de acceso fijo, la unidad de localización de AP 110 puede indicar la posición del punto de acceso 102 cada 1 segundo. Como se describe en el ejemplo de la Figura 2, la unidad de procesamiento de AP 110 puede determinar (por ejemplo, calcular, leer desde una ubicación de memoria predeterminada, etc.) el intervalo de tiempo de propagación 202 dentro de la unidad transmisora asociada al punto de acceso 102 y puede proporcionar una indicación del intervalo de tiempo de propagación 202 en el mensaje de solicitud de localización. El flujo continúa en el bloque 310.

**[50]** En el bloque 310, se recibe un mensaje de respuesta de localización desde el punto de acceso. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede recibir el mensaje de respuesta de localización desde el punto de acceso 104, en respuesta a la transmisión del mensaje de solicitud de localización en el bloque 308. En un ejemplo, el mensaje de respuesta de localización puede comprender una indicación de la posición (por ejemplo, coordenadas geoespaciales tridimensionales, coordenadas cartesianas, etc.) del punto de acceso 104 que transmitió el mensaje de respuesta de localización, un número de secuencia, un sello cronológico que indica el instante en el que se transmitió el mensaje de respuesta de localización, un intervalo de tiempo de propagación interno / externo, etc. En algunas implementaciones, el número de secuencia transmitido en el mensaje de respuesta de localización puede ser el mismo que el número de secuencia transmitido en el mensaje de solicitud de localización para identificar el correspondiente mensaje de solicitud de localización. En otra implementación, el número de secuencia transmitido en el mensaje de respuesta de localización puede ser una derivación simple (por ejemplo, un incremento en 1) del número de secuencia transmitido en el correspondiente mensaje de solicitud de localización. El mensaje de respuesta de localización puede comprender una indicación del intervalo de tiempo de propagación interno, asociado al punto de acceso 104. Como se describe en el ejemplo de la figura 2, el mensaje de respuesta de localización puede comprender una indicación del intervalo de propagación 206 dentro de la unidad receptora asociada al punto de acceso 104, del intervalo de tiempo de propagación 208 asociado a las unidades de procesamiento del punto de acceso 104 y del intervalo de tiempo de propagación 210 dentro de la unidad transmisora asociada al punto de acceso 104. El mensaje de respuesta de localización también puede comprender una indicación del intervalo de tiempo de propagación externo 204 entre los puntos de acceso 102 y 104.

**[51]** Como se ha descrito anteriormente, el punto de acceso 104 puede transmitir una indicación de su posición en cada mensaje de control de localización transmitido, o puede transmitir una indicación de su posición cada intervalo de tiempo predeterminado. Por lo tanto, el mensaje de respuesta de localización recibido puede o no indicar la posición del punto de acceso 104. Si el mensaje de respuesta de localización recibido no indica la posición del punto de acceso 104, la unidad de localización de AP 110 puede determinar la posición del punto de acceso 104 basándose en un último mensaje de control de localización recibido desde el punto de acceso 104 (si está disponible), o puede esperar para determinar la posición del punto de acceso 104 a partir de mensajes de control de localización posteriores, transmitidos por el punto de acceso 104. El flujo continúa en el bloque 312.

**[52]** En el bloque 312, se determina si se transmite otro mensaje de solicitud de localización. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede determinar si se transmite otro mensaje de solicitud de localización al punto de acceso 104. En algunas implementaciones, la unidad de localización de AP 110 puede transmitir múltiples mensajes de solicitud de localización al mismo punto de acceso 104 (por ejemplo, procedimiento similar a una ráfaga). En otras implementaciones, la unidad de localización de AP 110 puede transmitir solo un mensaje de solicitud de localización al punto de acceso 104. Si se determina transmitir otro mensaje de solicitud de localización al punto de acceso 104, el flujo vuelve al bloque 308. De lo contrario, el flujo continúa en el bloque 314.

**[53]** En el bloque 314, se determina si existen puntos de acceso adicionales dentro del rango de comunicación. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede determinar si existen puntos de acceso adicionales dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102. En una implementación, la unidad de localización de AP 110 puede determinar si se transmite el mensaje de solicitud de localización a otro punto de acceso basándose en los puntos de acceso 104, 106 y 108 previamente identificados en el bloque 302. En otra implementación, la unidad de localización de AP 110 puede monitorizar continuamente mensajes de baliza (u otros mensajes adecuados) recibidos desde los puntos de acceso 104, 106 y 108, para determinar qué puntos de acceso están dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102 y si se intercambian mensajes de control de localización con cualquiera de los puntos de acceso identificados. Se observa que, aunque el flujo 300 representa la unidad de localización de AP 110 que transmite consecutivamente los mensajes de solicitud de localización a cada punto de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102, las realizaciones no están limitadas de ese modo. En otras realizaciones, la unidad de localización de AP 110 puede transmitir simultáneamente el mensaje de solicitud de localización a algunos de / todos los puntos de acceso 104, 106 y 108 dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102. Si la unidad de localización de AP 110 determina intercambiar mensajes de control de localización con otro punto de acceso dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102, el flujo continúa en el bloque 306. De lo contrario, el flujo continúa en el bloque 316.

- 5 **[54]** En el bloque 316, se transmite un mensaje de respuesta de localización en respuesta a la recepción de un mensaje de solicitud de localización. Por ejemplo, la unidad de localización de AP 110 puede transmitir un mensaje de respuesta de localización en respuesta a la recepción de un mensaje de solicitud de localización desde otro punto de acceso. El mensaje de respuesta de localización puede comprender la indicación de la posición del punto de acceso 102, un número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización recibido, un sello cronológico que indica el instante en el que se transmitió el mensaje de respuesta de localización y / o un intervalo de tiempo de propagación interno / externo, tal como se ha descrito anteriormente en el bloque 310. Aunque se representa en la Figura 3, se observa que la unidad de localización de AP 110 puede no completar la transmisión de los mensajes de solicitud de localización a todos los puntos de acceso 104, 106 y 108 antes de transmitir el mensaje de respuesta de localización. La unidad de localización de AP 110 puede transmitir el mensaje de respuesta de localización tan pronto como se reciba el mensaje de solicitud de localización en el punto de acceso 102 (o dentro de un intervalo de tiempo predeterminado desde la recepción del mensaje de solicitud de localización). A partir del bloque 316, el flujo termina.
- 10
- 15 **[55]** La Figura 4 es un diagrama de flujo 400 que ilustra operaciones ejemplares para calcular la posición de la estación cliente basándose en los mensajes de control de localización intercambiados por los puntos de acceso. El flujo comienza en el bloque 402.
- 20 **[56]** En el bloque 402, se detectan mensajes de control de localización intercambiados por puntos de acceso en una red de comunicación inalámbrica. Como se ha descrito anteriormente en el ejemplo de la Figura 1, la estación cliente 112 puede detectar mensajes de control de localización (es decir, mensajes de solicitud de localización y mensajes de respuesta de localización) intercambiados por pares de puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 en la red de comunicación inalámbrica 100. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar uno o más canales de comunicación en los que escuchar los mensajes de control de localización en función de cómo los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 están configurados para intercambiar los mensajes de control de localización (descritos en el bloque 304 de la Figura 3). En una implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede escuchar mensajes de control de localización en un canal de control de localización previamente designado. En otra implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede explorar todos los canales de comunicación disponibles para detectar los mensajes de control de localización. En otra implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede explorar un subconjunto predeterminado de los canales de comunicación disponibles para detectar los mensajes de control de localización. En algunas implementaciones, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede conmutar entre canales de comunicación de acuerdo con una secuencia de cambio de canal, en instantes especificados y / o después de intervalos de tiempo especificados. En algunas implementaciones, la secuencia de conmutación de canal, los instantes especificados y / o los intervalos de tiempo especificados, de acuerdo con los cuales conmutar entre los canales de comunicación, pueden ser predefinidos y / o configurables. En otra implementación, los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden indicar la secuencia de conmutación de canal, los instantes especificados y / o los intervalos de tiempo especificados según los cuales conmutar entre los canales de comunicación, en los mensajes de control de localización. El flujo continúa en el bloque 404.
- 25
- 30
- 35
- 40 **[57]** En el bloque 404, se identifican los mensajes de solicitud de localización y los correspondientes mensajes de respuesta de localización, asociados a cada par de puntos de acceso. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede detectar (a partir de los mensajes de control de localización detectados en el bloque 402) los mensajes de solicitud de localización y los correspondientes mensajes de respuesta de localización, asociados a cada par de puntos de acceso. En una implementación, como se ha descrito anteriormente, un mensaje de solicitud de localización, y su correspondiente mensaje de respuesta de localización, pueden comprender un número de secuencia común. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar mensajes de control de localización con el mismo número de secuencia. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede identificar entonces el par de puntos de acceso que intercambiaron el par de mensajes de control de localización con el mismo número de secuencia (por ejemplo, basándose en la lectura de un campo de dirección). Por ejemplo, con referencia a la Figura 1, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar que los mensajes de control de localización se intercambiaron entre cuatro pares de puntos de acceso 102 y 104, 102 y 108, 106 y 104, y 106 y 108. El flujo continúa en el bloque 406.
- 45
- 50
- 55 **[58]** En el bloque 406, comienza un ciclo para cada par de puntos de acceso. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede iniciar un ciclo para analizar los mensajes de solicitud de localización y los correspondientes mensajes de respuesta de localización, asociados a cada par de puntos de acceso (determinados en el bloque 404). El flujo continúa en el bloque 408.
- 60 **[59]** En el bloque 408, la información de temporización asociada al par de puntos de acceso se determina basándose, al menos en parte, en los mensajes de control de localización intercambiados por el par de puntos de acceso. Como se ha descrito anteriormente en el ejemplo de la Figura 2, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar el intervalo de tiempo de propagación interno 202 a partir del mensaje de solicitud de localización detectado. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar los intervalos de tiempo de propagación internos 206, 208 y 210 a partir del mensaje de respuesta de localización detectado. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 también puede determinar el intervalo de tiempo de propagación
- 65

externo 204 a partir del mensaje de respuesta de localización detectado. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar los tiempos de tránsito 212 y 214 asociados a los mensajes de control de localización, basándose en los instantes de tiempo en los que los puntos de acceso transmitieron los mensajes de control de localización y los instantes de tiempo en los que la estación de cliente 112 detectó los mensajes de control de localización. El flujo continúa en el bloque 410.

**[60]** En el bloque 410, la información de posición del punto de acceso, asociada al par de puntos de acceso, se determina en base a los mensajes de control de localización intercambiados por el par de puntos de acceso. Por ejemplo, la unidad de cálculo de la posición del cliente 114 puede determinar la posición de los puntos de acceso 102 y 104 basándose en la lectura de los mensajes de control de localización detectados, intercambiados por el par de puntos de acceso. El flujo continúa en el bloque 412.

**[61]** En el bloque 412, se almacena la información de temporización y la información de posición del punto de acceso, asociada al par de puntos de acceso. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede almacenar la información de temporización y la información de posición de punto de acceso en una ubicación de memoria predeterminada, en una estructura de datos u otro dispositivo de almacenamiento de datos. Como se ha descrito anteriormente en las Figuras 1 a 2, la unidad de cálculo de la posición del cliente 114 puede usar la información de temporización y la información de la posición del punto de acceso para calcular la posición de la estación cliente 112. En una implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede almacenar temporalmente la información de posición del punto de acceso y puede descartar la información de posición del punto de acceso almacenada después de determinar la posición de la estación cliente 112. En otra implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede almacenar la información de posición del punto de acceso hasta que se determine la nueva información de posición del punto de acceso (por ejemplo, nuevos valores de la posición de los puntos de acceso). El flujo continúa en el bloque 414.

**[62]** En el bloque 414, se determina si se han de analizar los mensajes de control de localización intercambiados por otro par de puntos de acceso. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar si los mensajes de solicitud de localización y los correspondientes mensajes de respuesta de localización, asociados a otro par de puntos de acceso, han de ser analizados. Si es así, el flujo vuelve al bloque 406 donde la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina la información de temporización y la información de posición del punto de acceso, basándose, al menos en parte, en los mensajes de control de localización intercambiados por el siguiente par de puntos de acceso. De lo contrario, el flujo continúa en el bloque 416.

**[63]** En el bloque 416, se determina si se puede calcular la posición de la estación cliente. Por ejemplo, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar si la posición de la estación cliente 112 se puede calcular basándose en la información de tiempo almacenada y en la información de posición del punto de acceso. Al determinar si se puede calcularse la posición de la estación cliente 112, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar si se conocen la información de temporización y la información de posición de punto de acceso, asociadas a  $N$  pares independientes de puntos de acceso. En un ejemplo, para calcular una posición bidimensional de la estación cliente 112, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar si son conocidas la información de temporización y la información de posición de punto de acceso, asociadas a dos pares independientes de puntos de acceso. En otro ejemplo, para calcular una posición tridimensional de la estación cliente 112, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede determinar si son conocidas la información de temporización y la información de posición del punto de acceso, asociada a tres pares independientes de puntos de acceso. Si la unidad de cálculo de la posición del cliente 114 determina que puede calcularse la posición de la estación cliente 112, el flujo continúa en el bloque 418. En algunas implementaciones, como se representa en el ejemplo de la Figura 4, si la unidad de cálculo de la posición del cliente 114 determina que la posición de la estación cliente 112 no puede calcularse, el flujo finaliza. En otras implementaciones, si la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina que la posición de la estación cliente 112 no puede calcularse, el flujo 400 puede volver al bloque 402 y la estación cliente 112 puede esperar para detectar otro conjunto de mensajes de control de localización.

**[64]** En el bloque 418, la posición de la estación cliente se calcula basándose, al menos en parte, en la información de temporización y en la información de posición del punto de acceso. El flujo 400 se desplaza desde el bloque 416 al bloque 418 si la unidad de cálculo de posición del cliente 114 determina que fueron determinadas la información de temporización y la información de posición del punto de acceso, asociada al menos a  $N$  pares independientes de puntos de acceso. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede construir  $N$  ecuaciones de localización independientes a partir de la información de temporización (determinada en el bloque 408) y de la información de posición del punto de acceso (determinada en el bloque 410), como se ha descrito anteriormente en la figura 2. La unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede resolver las  $N$  ecuaciones de localización independientes usando técnicas adecuadas cualesquiera para determinar la posición de la estación cliente 112. A partir del bloque 418, el flujo termina.

**[65]** Debería entenderse que las Figuras 1 a 4 son ejemplos destinados a asistir en la comprensión de las realizaciones y que no deberían usarse para limitar las realizaciones o para limitar el alcance de las reivindicaciones. Las realizaciones pueden comprender componentes de circuito adicionales, diferentes componentes de circuito y / o pueden realizar operaciones adicionales, menos operaciones, operaciones en un orden diferente, operaciones en paralelo y algunas operaciones de manera diferente. Por ejemplo, aunque las Figuras 2 y 4 describen la unidad de cálculo de posición del cliente 114 que determina el intervalo de tiempo de propagación interno asociado a los puntos de acceso 102 y 104, basándose en los valores proporcionados en los mensajes de control de localización, las realizaciones no están limitadas de ese modo. En algunas implementaciones, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede conectarse a una base de datos y puede determinar el intervalo de tiempo de propagación interno asociado a los puntos de acceso (por ejemplo, basándose en el conocimiento de un identificador de punto de acceso, tal como una dirección de red). En otra implementación, la unidad de cálculo de posición del cliente 114 puede conectarse a un servidor y puede consultar al servidor en cuanto al intervalo de tiempo de propagación interno asociado a los puntos de acceso. Además, aunque las figuras 2 a 3 describen los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108, que proporcionan una indicación de los intervalos de tiempo de propagación y la información de posición del punto de acceso en los mensajes de control de localización, las realizaciones no están limitadas de ese modo. En algunas implementaciones, los puntos de acceso pueden determinar su posición (por ejemplo, calculando su posición, accediendo a una ubicación de memoria predeterminada, conectándose a una base de datos, consultando un servidor, etc.) y pueden proporcionar una indicación de la información de posición del punto de acceso en cualquier mensaje adecuado. Por ejemplo, el punto de acceso 102 puede proporcionar una indicación de la información de posición del punto de acceso (por ejemplo, como parte de un elemento de información (IE)) en un mensaje de baliza, un mensaje de control de localización o en otro mensaje de control independiente (transmitido periódicamente). Asimismo, los puntos de acceso pueden proporcionar una indicación de los intervalos de tiempo de propagación en cualquier mensaje adecuado, tal como un mensaje de baliza, un mensaje de control de localización o en otro mensaje de control independiente (transmitido periódicamente).

**[66]** En algunas implementaciones, como parte de la determinación de si existen puntos de acceso adicionales en la red de comunicación inalámbrica en el bloque 314 en la figura 3, la unidad de localización del AP 110 también puede determinar si se transmiten mensajes de solicitud de localización a los puntos de acceso adicionales. En una implementación, si la unidad de localización de AP 110 determina que los puntos de acceso 104, 106 y 108 están dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102, la unidad de localización de AP 110 puede determinar transmitir mensajes de solicitud de localización a (y recibir mensajes correspondientes de respuesta de localización desde) todos los puntos de acceso 104, 106 y 108. En otra implementación, si la unidad de localización de AP 110 determina que los puntos de acceso 104, 106 y 108 están dentro del rango de comunicación del punto de acceso 102, la unidad de localización de AP 110 puede determinar transmitir mensajes de solicitud de localización a (y recibir correspondientes mensajes de respuesta de localización desde) solo un subconjunto de los puntos de acceso 104, 106 y 108. Por ejemplo, si la unidad de localización de AP 110 determina que el punto de acceso 102 recibió un mensaje de solicitud de localización desde el punto de acceso 108, la unidad de localización de AP 110 puede determinar no iniciar otra comunicación con el punto de acceso 108 y puede no transmitir el mensaje de solicitud de localización al punto de acceso 108. En otra implementación, la unidad de localización de AP 110 puede determinar iniciar comunicaciones con un subconjunto de los puntos de acceso, basándose en una indicación desde la estación cliente 112. Por ejemplo, basándose en el conocimiento de que la unidad de cálculo de posición del cliente 114 está programada para calcular una posición bidimensional de la estación cliente 112, la unidad de localización de AP 110 puede intercambiar mensajes de localización con otros dos puntos de acceso.

**[67]** En algunas implementaciones, como se ha descrito anteriormente, la posición de la estación cliente 112 puede ser calculada por la propia estación cliente (por ejemplo, mediante la unidad de cálculo de posición del cliente 114). Sin embargo, en otras implementaciones, las operaciones para calcular la posición de la estación cliente 112 se pueden descargar a un servidor. La estación cliente 112 puede detectar los mensajes de control de localización, puede determinar el tiempo de tránsito asociado a los mensajes de control de localización y puede proporcionar esta información al servidor. El servidor puede determinar (por ejemplo, a partir de una base de datos local) la información de posición de punto de acceso y los intervalos de tiempo de propagación asociados a los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 y a la estación cliente 112. El servidor puede entonces calcular la posición de la estación cliente 112 y puede transmitir una indicación de la posición de la estación cliente 112 a la estación cliente 112.

**[68]** En algunas implementaciones, los mensajes de control de localización también pueden comprender información adicional para permitir que la estación cliente 112 determine cuándo (y / o en qué canal de comunicación) se intercambiará el siguiente conjunto de mensajes de control de localización. Por ejemplo, los mensajes de control de localización pueden comprender un número de canal del siguiente canal de comunicación en el que se intercambiarán los mensajes de control de localización, un intervalo de tiempo después del (o un instante en el) que se intercambiará el siguiente conjunto de mensajes de control de localización, etc. Esto puede permitir que la estación cliente 112 conmute a una modalidad de potencia inactiva (por ejemplo, una modalidad de reposo) cuando la estación cliente 112 no espera recibir mensajes de control de localización. La estación cliente 112 puede conmutar a la modalidad de potencia activa en el instante adecuado

para escuchar y detectar los mensajes de control de localización (por ejemplo, cuando se induce a la estación cliente 112 a recalcular su posición). Además, en algunas implementaciones, la carga útil de los mensajes de control de localización intercambiados por los puntos de acceso se puede cifrar de acuerdo con un algoritmo de cifrado predeterminado. La estación cliente 112 puede determinar el algoritmo de cifrado empleado (por ejemplo, leyendo una cabecera no cifrada de los mensajes de control de localización) y puede descifrar los mensajes de control de localización de la carga útil para determinar la información de temporización y la información de posición del punto de acceso.

**[69]** Aunque las Figuras 1 a 4 describen los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 como puntos de acceso de auto-localización (SLAP), configurados para determinar su propia posición, las realizaciones no están limitadas de ese modo. En otras realizaciones, uno o más de los puntos de acceso 102, 104, 106 y 108 pueden ser puntos de acceso heredados que no están configurados para calcular su propia posición. Por ejemplo, en lugar de los SLAP que intercambian mensajes de control de localización, un SLAP y un AP heredado pueden intercambiar los mensajes de control de localización. El SLAP puede iniciar el intercambio de los mensajes de control de localización transmitiendo un mensaje de solicitud de localización al AP heredado. El AP heredado puede transmitir un mensaje de respuesta de localización al SLAP. El SLAP puede difundir la posición del SLAP, la posición del AP heredado y / u otra información de temporización en el mensaje de solicitud de localización, o en un mensaje de control por separado.

**[70]** Las realizaciones pueden adoptar la forma de una realización enteramente de hardware, una realización enteramente de software (incluyendo firmware, software residente, micro-código, etc.) o una realización que combina aspectos de software y hardware que pueden denominarse todos, de manera genérica, como un "circuito", "módulo" o "sistema" en el presente documento. Además, realizaciones de la materia inventiva en cuestión pueden adoptar la forma de un producto de programa informático, realizado en cualquier medio de expresión tangible que tenga código de programa utilizable por ordenador incluido en el medio. Las realizaciones descritas pueden proporcionarse como un producto de programa informático, o software, que puede incluir un medio legible por máquina que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, que pueden usarse para programar un sistema informático (u otro(s) dispositivo(s) electrónico(s)) para llevar a cabo un proceso según las realizaciones, esté descrito actualmente o no, ya que cada variación concebible no está enumerada en el presente documento. Un medio legible por máquina incluye cualquier mecanismo para almacenar o transmitir información en una forma (por ejemplo, software, aplicación de procesamiento) legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). Un medio legible por máquina puede ser un medio de almacenamiento legible por máquina o un medio de señales legibles por máquina. Un medio de almacenamiento legible por máquina puede incluir, por ejemplo, pero no se limita a, un medio de almacenamiento magnético (por ejemplo, disquete); un medio de almacenamiento óptico (por ejemplo, CD-ROM); un medio de almacenamiento magneto-óptico; una memoria de solo lectura (ROM); una memoria de acceso aleatorio (RAM); una memoria programable borrable (por ejemplo, EPROM y EEPROM); una memoria flash; u otros tipos de medio tangible adecuado para almacenar instrucciones electrónicas. Un medio de señales legibles por máquina puede incluir una señal de datos propagada con un código de programa legible por ordenador, realizado en el mismo, por ejemplo, una señal eléctrica, óptica, acústica u otra forma de señal propagada (por ejemplo, ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc.). El código de programa realizado en un medio de señales legible por máquina puede transmitirse usando cualquier medio adecuado, incluyendo, pero sin limitarse a, un medio cableado, un medio inalámbrico, de cables de fibra óptica, RF o cualquier otro medio de comunicaciones.

**[71]** El código de programa informático para llevar a cabo las operaciones de las realizaciones puede escribirse en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos, tal como Java, Smalltalk, C++ o similares, y lenguajes de programación procedurales convencionales, tales como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. El código de programa puede ejecutarse completamente en el ordenador de un usuario, parcialmente en el ordenador del usuario, como un paquete de software autónomo, parcialmente en el ordenador del usuario y parcialmente en un ordenador remoto, o completamente en el ordenador o servidor remoto. En el último escenario, el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN), una red de área personal (PAN) o una red de área extensa (WAN), o la conexión puede realizarse con un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet, usando un proveedor de servicios de Internet).

**[72]** La Figura 5 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo electrónico 500 que incluye un mecanismo de localización distribuido. En algunas implementaciones, el dispositivo electrónico 500 puede ser uno entre un ordenador portátil, un ordenador de escritorio, una tableta, un ordenador portátil, un teléfono móvil, una consola de juegos, un asistente digital personal (PDA) u otros sistemas electrónicos que comprenden un dispositivo de WLAN con capacidades de comunicación inalámbrica. En algunas implementaciones, el dispositivo electrónico 500 puede ser un dispositivo de comunicación de WLAN independiente, configurado para establecer un enlace de comunicación de WLAN con uno o más puntos de acceso de WLAN. El dispositivo electrónico 500 incluye una unidad procesadora 502 (que incluye posiblemente múltiples procesadores, múltiples núcleos, múltiples nodos y/o que implementa múltiples hilos, etc.). El dispositivo electrónico 500 incluye una unidad de memoria 506. La unidad de memoria 506 puede ser una memoria de sistema (por ejemplo, una o más entre una

memoria caché, una SRAM, una DRAM, una RAM sin condensadores, una RAM con dos transistores, una eDRAM, una EDO RAM, una DDR RAM, una EEPROM, una NRAM, una RRAM, una SONOS, una PRAM, etc.) o una cualquiera o más de las posibles realizaciones, ya descritas anteriormente, de medios legibles por máquina. El dispositivo electrónico 500 incluye además un bus 510 (por ejemplo, PCI, ISA, PCI-Express, HyperTransport®, InfiniBand®, NuBus, AHB, AXI, etc.) e interfaces de red 504 que incluyen al menos una entre una interfaz de red inalámbrica (por ejemplo, una interfaz de WLAN, una interfaz Bluetooth®, una interfaz WiMAX, una interfaz ZigBee®, una interfaz de USB inalámbrica, etc.) y una interfaz de red cableada (por ejemplo, una interfaz de Ethernet, etc.).

**[73]** El dispositivo electrónico 500 incluye además una unidad de comunicación 508. La unidad de comunicación 508 comprende una unidad de localización 512. La unidad de comunicación 508 implementa la funcionalidad para detectar mensajes de control de localización intercambiados entre un número predeterminado de pares de puntos de acceso, y para determinar la posición del dispositivo electrónico 500 basándose, al menos en parte, en los mensajes de control de localización detectados, como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 1 a 4. Una cualquiera de estas funcionalidades puede estar implementada parcialmente (o completamente) en hardware y/o en la unidad procesadora 502. Por ejemplo, la funcionalidad puede implementarse con un circuito integrado específico de la aplicación, en lógica implementada en la unidad procesadora 502, en un co-procesador de un dispositivo o tarjeta periféricos, etc. Además, las realizaciones pueden incluir menos componentes, o componentes adicionales, no ilustrados en la Figura 5 (por ejemplo, tarjetas de vídeo, tarjetas de audio, interfaces de red adicionales, dispositivos periféricos, etc.). La unidad procesadora 502, la unidad de memoria 506 y las interfaces de red 506 están acopladas al bus 510. Aunque se ilustra como acoplada al bus 510, la unidad de memoria 506 puede estar acoplada a la unidad procesadora 502.

**[74]** Aunque los modos de realización se describen con referencia a varias implementaciones y usos, se entenderá que estos modos de realización son ilustrativos y que el alcance de la materia objeto de la invención no está limitado a los mismos. En general, pueden implementarse técnicas para un mecanismo distribuido para la localización de dispositivos de comunicación inalámbrica, como se describe en el presente documento, con utilidades compatibles con cualquier sistema de hardware, o sistemas de hardware. Muchas variaciones, modificaciones, adiciones y mejoras son posibles.

**[75]** Pueden proporcionarse varias instancias de componentes, operaciones o estructuras descritos en el presente documento como una única instancia. Finalmente, los límites entre varios componentes, operaciones y almacenes de datos son en cierto modo arbitrarios, y las operaciones particulares se ilustran en el contexto de configuraciones ilustrativas específicas. Pueden concebirse otras asignaciones de funcionalidad, las cuales pueden quedar dentro del alcance de la materia objeto de la invención. En general, las estructuras y la funcionalidad presentadas como componentes independientes en las configuraciones ejemplares pueden implementarse como una estructura o componente combinados. De manera similar, las estructuras y la funcionalidad presentadas como un único componente pueden implementarse como componentes individuales. Estas y otras variaciones, modificaciones, adiciones y mejoras pueden quedar dentro del alcance de la materia objeto de la invención.

**REIVINDICACIONES**

- 5           1.    Un procedimiento (400) realizado por un dispositivo de comunicación en una red de comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:
- detectar (402) una pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre al menos dos pares de puntos de acceso en la red de comunicación inalámbrica;
- 10           determinar (410) la información de posición asociada a cada punto de acceso de cada uno de los al menos dos pares de puntos de acceso, estando la información de posición basada, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización;
- determinar (408) información de temporización asociada a los al menos dos pares de puntos de acceso basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; y
- 15           determinar (416, 418) una posición asociada al dispositivo de comunicación de la red de comunicación inalámbrica, basándose, al menos en parte, en la información de posición y en la información de temporización.
- 20           2.    El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha determinación de la posición asociada al dispositivo de comunicación comprende además:
- determinar si la pluralidad de mensajes de control de localización fueron intercambiados entre un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso; y
- 25           determinar la posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a la determinación de que la pluralidad de mensajes de control de localización fueron intercambiados entre el número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso.
- 30           3.    El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha determinación de la posición asociada al dispositivo de comunicación comprende además:
- determinar si la información de posición y la información de temporización asociada al menos a un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso están disponibles; y
- 35           determinar la posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a la determinación de que la información de posición y la información de temporización asociada al menos al número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso están disponibles.
- 40           4.    El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la información de posición asociada a cada punto de acceso comprende obtener una ubicación de cada punto de acceso a partir de uno entre la pluralidad de mensajes de control de localización.
- 45           5.    El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha determinación de la información de temporización asociada al menos a los dos pares de puntos de acceso comprende:
- para cada par de puntos de acceso:
- 50           determinar instantes en los cuales un mensaje de solicitud de localización y un correspondiente mensaje de respuesta de localización, intercambiados por el par de puntos de acceso, fueron recibidos en el dispositivo de comunicación, en donde la pluralidad de mensajes de control de localización comprende el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización;
- 55           determinar los instantes en los cuales el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron transmitidos por el par de puntos de acceso; y
- 60           determinar un tiempo de tránsito asociado al par de puntos de acceso, basándose en los instantes en que el mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron recibidos en el dispositivo de comunicación, y basándose en los instantes en los que mensaje de solicitud de localización y el correspondiente mensaje de respuesta de localización fueron transmitidos por el par de puntos de acceso.
- 65           6.    El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha detección de la pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre los al menos dos pares de puntos de acceso comprende uno entre:

detectar la pluralidad de mensajes de control de localización en un canal de control de localización predeterminado; o

5 explorar al menos un subconjunto predeterminado de una pluralidad de canales de comunicación asociados a la red de comunicación inalámbrica.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que dicha exploración de al menos el subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación comprende al menos un miembro de un grupo que comprende:

10 conmutar desde un primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación a un segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, de acuerdo con una secuencia de conmutación de canal,

15 conmutar desde el primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación al segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, después de un intervalo de tiempo de conmutación, y

20 conmutar desde el primer canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación al segundo canal del subconjunto predeterminado de la pluralidad de canales de comunicación, en uno o más instantes de tiempo de conmutación.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha detección de la pluralidad de mensajes de control de localización comprende:

25 para cada par de puntos de acceso:

30 detectar un mensaje de solicitud de localización transmitido desde un primer punto de acceso del par de puntos de acceso; y

detectar un mensaje de respuesta de localización, correspondiente al mensaje de solicitud de localización, transmitido desde un segundo punto de acceso del par de puntos de acceso.

35 9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el mensaje de solicitud de localización comprende una indicación de una primera posición del primer punto de acceso que transmitió el mensaje de solicitud de localización, un número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización y un primer intervalo de tiempo de propagación asociado al primer punto de acceso, y

40 en el que el mensaje de respuesta de localización comprende una indicación de una segunda posición del segundo punto de acceso que transmitió el mensaje de respuesta de localización, el número de secuencia asociado al mensaje de solicitud de localización y un segundo intervalo de tiempo de propagación asociado al segundo punto de acceso.

45 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el primer intervalo de tiempo de propagación comprende un intervalo de tiempo asociado a un primer transmisor del primer punto de acceso; y

50 en el que el segundo intervalo de tiempo de propagación comprende un intervalo de tiempo asociado a un segundo transmisor del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a un receptor del segundo punto de acceso, un intervalo de tiempo asociado a un procesador del segundo punto de acceso y un intervalo de tiempo de propagación externo entre el primer punto de acceso que transmite el mensaje de solicitud de localización y el receptor del segundo punto de acceso que recibe el mensaje de solicitud de localización.

55 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha determinación de la información de temporización asociada a los al menos dos pares de puntos de acceso comprende, para cada par de puntos de acceso:

60 detectar un primer conjunto de mensajes de control de localización, intercambiados entre el par de puntos de acceso y un segundo conjunto de mensajes de control de localización, intercambiados entre los pares de puntos de acceso;

determinar la información de temporización asociada a cada uno entre el primer conjunto de mensajes de control de localización y el segundo conjunto de mensajes de control de localización; y

65

promediar la información de temporización asociada a cada uno entre el primer conjunto de mensajes de control de localización y el segundo conjunto de mensajes de control de localización a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado para producir una información de temporización media asociada al par de puntos de acceso; y

5

en el que dicha determinación de la posición asociada al dispositivo de comunicación comprende:

determinar la posición asociada al dispositivo de comunicación basándose, al menos en parte, en la información de posición y en la información de temporización media, asociada a los pares de puntos de acceso.

10

**12.** Un dispositivo de comunicaciones, que comprende:

medios para detectar una pluralidad de mensajes de control de localización intercambiados entre al menos dos pares de puntos de acceso en una red de comunicación inalámbrica;

15

medios para determinar la información de posición asociada a cada punto de acceso de cada uno de los al menos dos pares de puntos de acceso, estando la información de posición basada, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización;

20

medios para determinar información de temporización asociada a los al menos dos pares de puntos de acceso, basándose, al menos en parte, en la pluralidad de mensajes de control de localización; y

25

medios para determinar una posición asociada al dispositivo de comunicación de la red de comunicación inalámbrica, basándose, al menos en parte, en la información de posición y en la información de temporización.

**13.** El dispositivo móvil de la reivindicación 12, que comprende adicionalmente

medios para determinar si la información de posición y la información de temporización asociada al menos a un número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso están disponibles; y

30

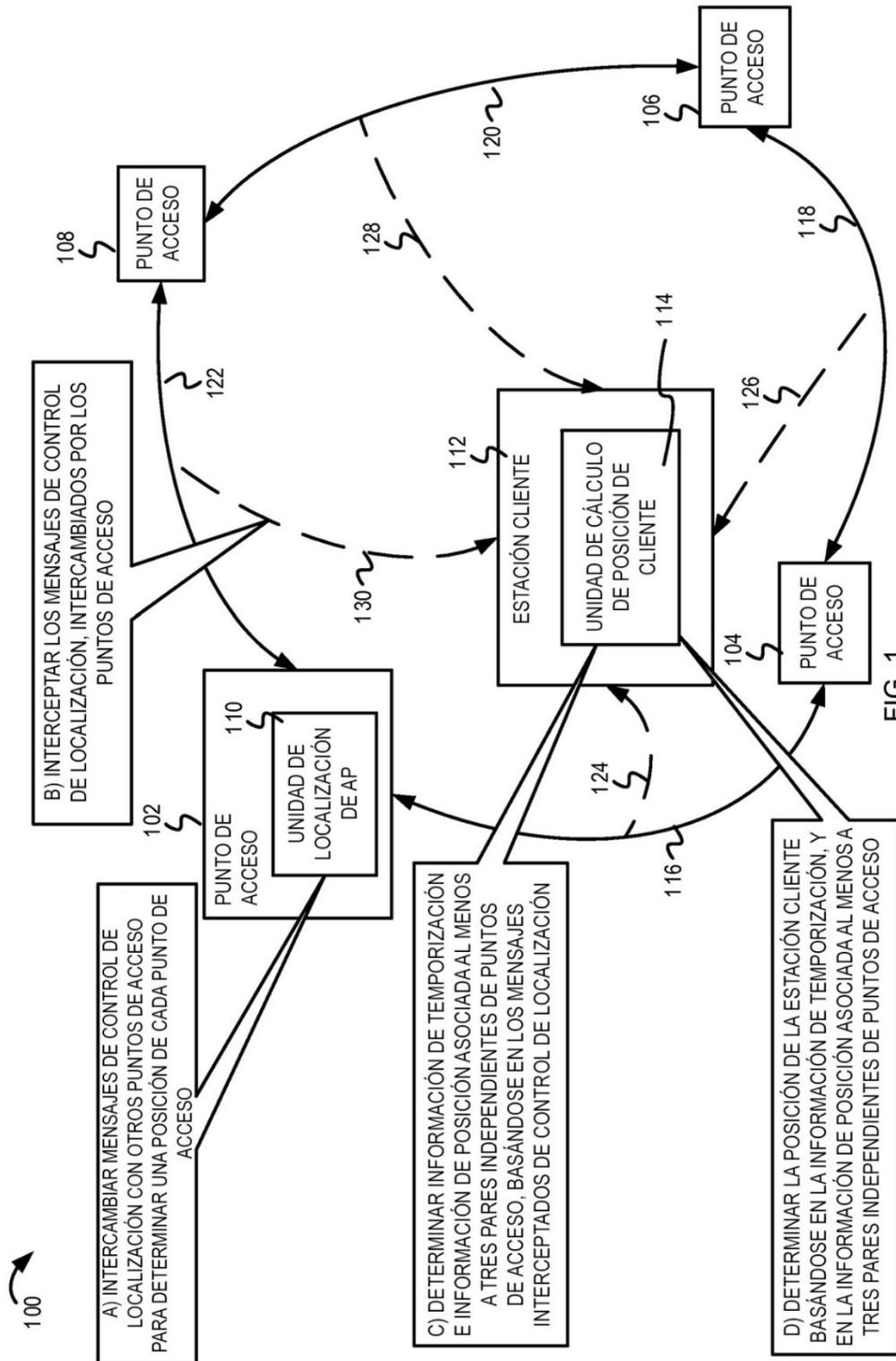
medios para determinar la posición asociada al dispositivo de comunicación en respuesta a la determinación de que la información de posición y la información de temporización asociada al menos al número predeterminado de pares independientes de puntos de acceso están disponibles.

35

**14.** Programa de ordenador con instrucciones para realizar las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

**15.** Uno o más medios de almacenamiento legibles por máquina que tienen instrucciones almacenadas en los mismos que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, hacen que los uno o más procesadores realicen operaciones que comprenden las etapas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

40



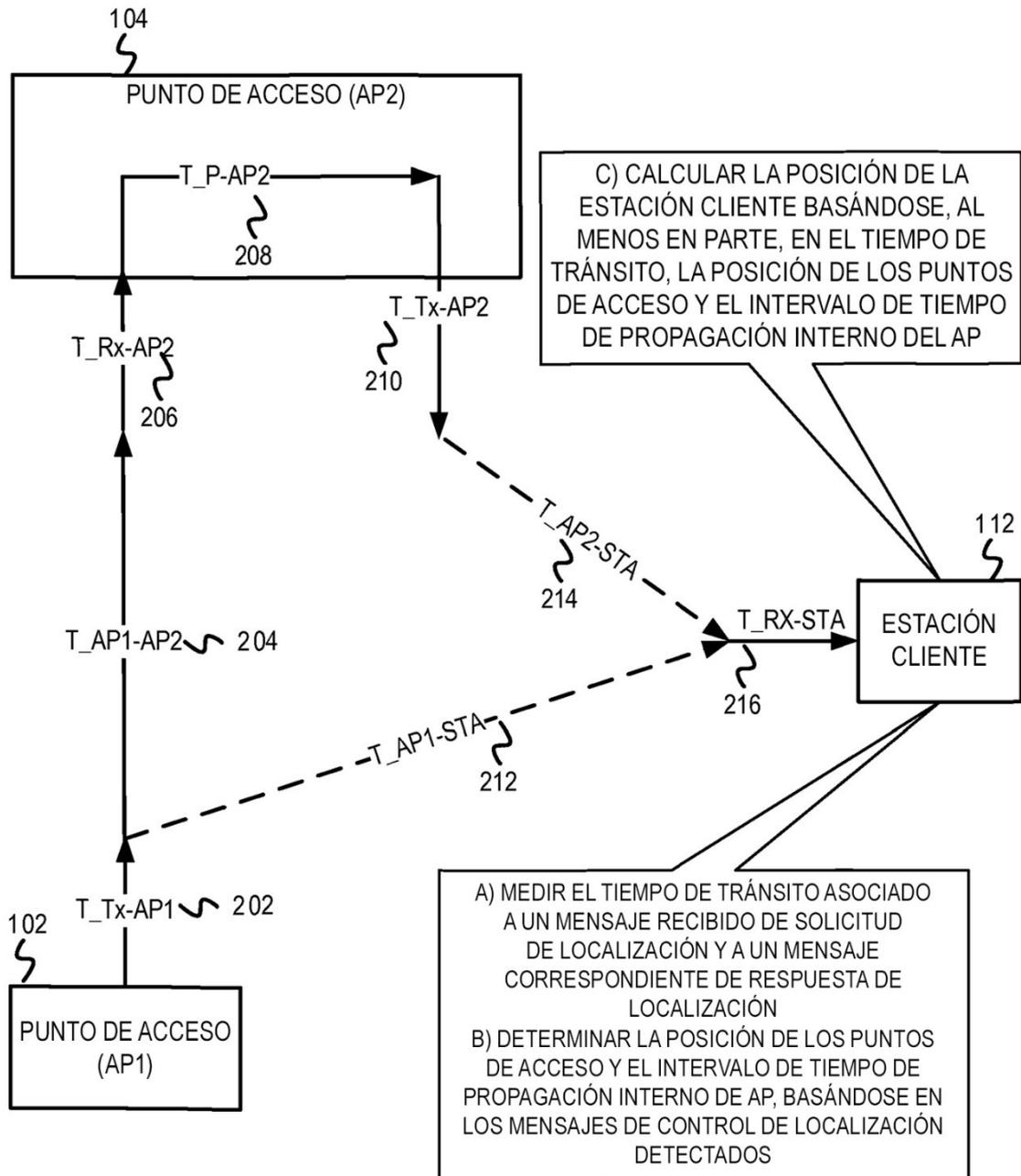
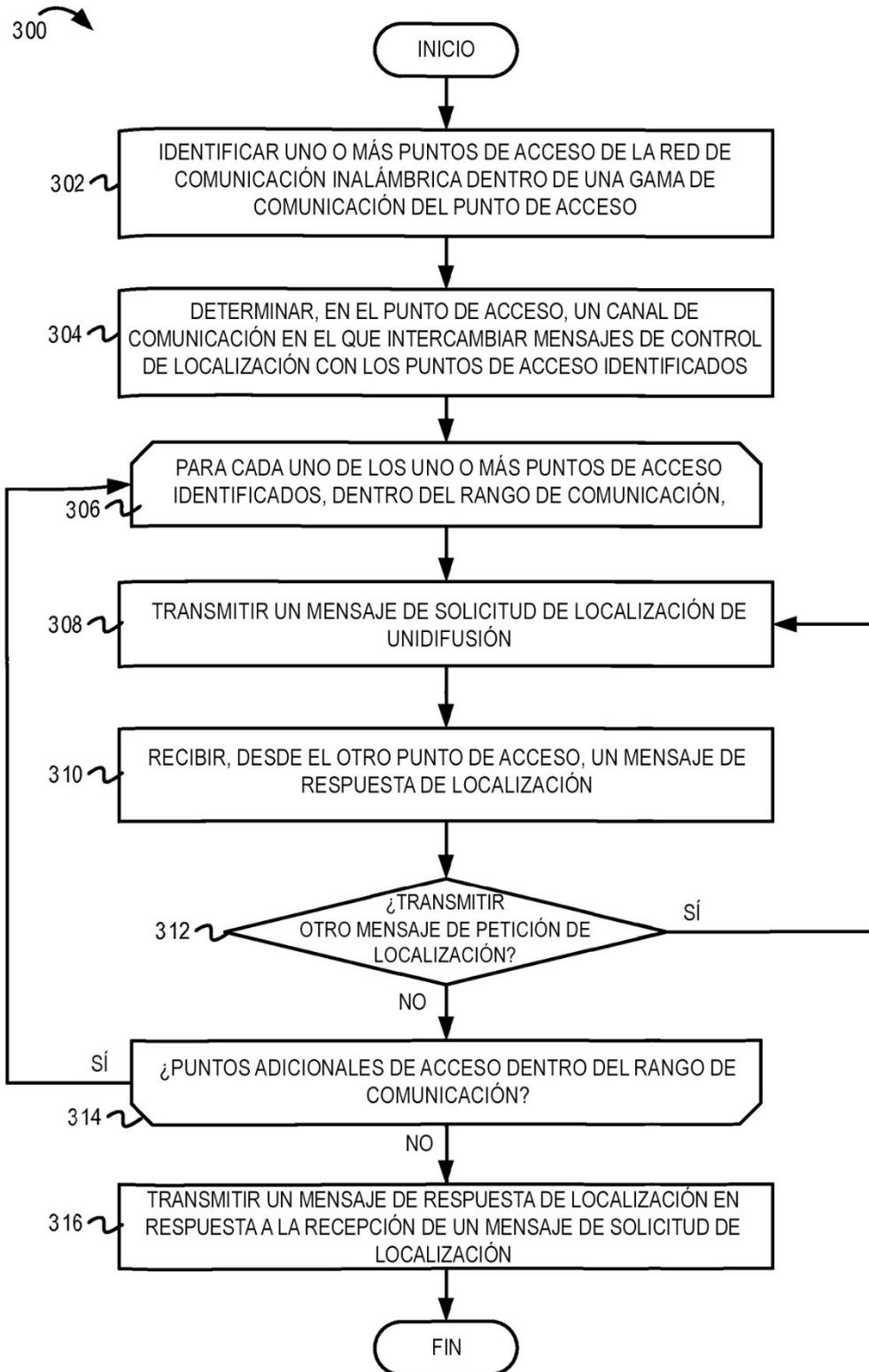
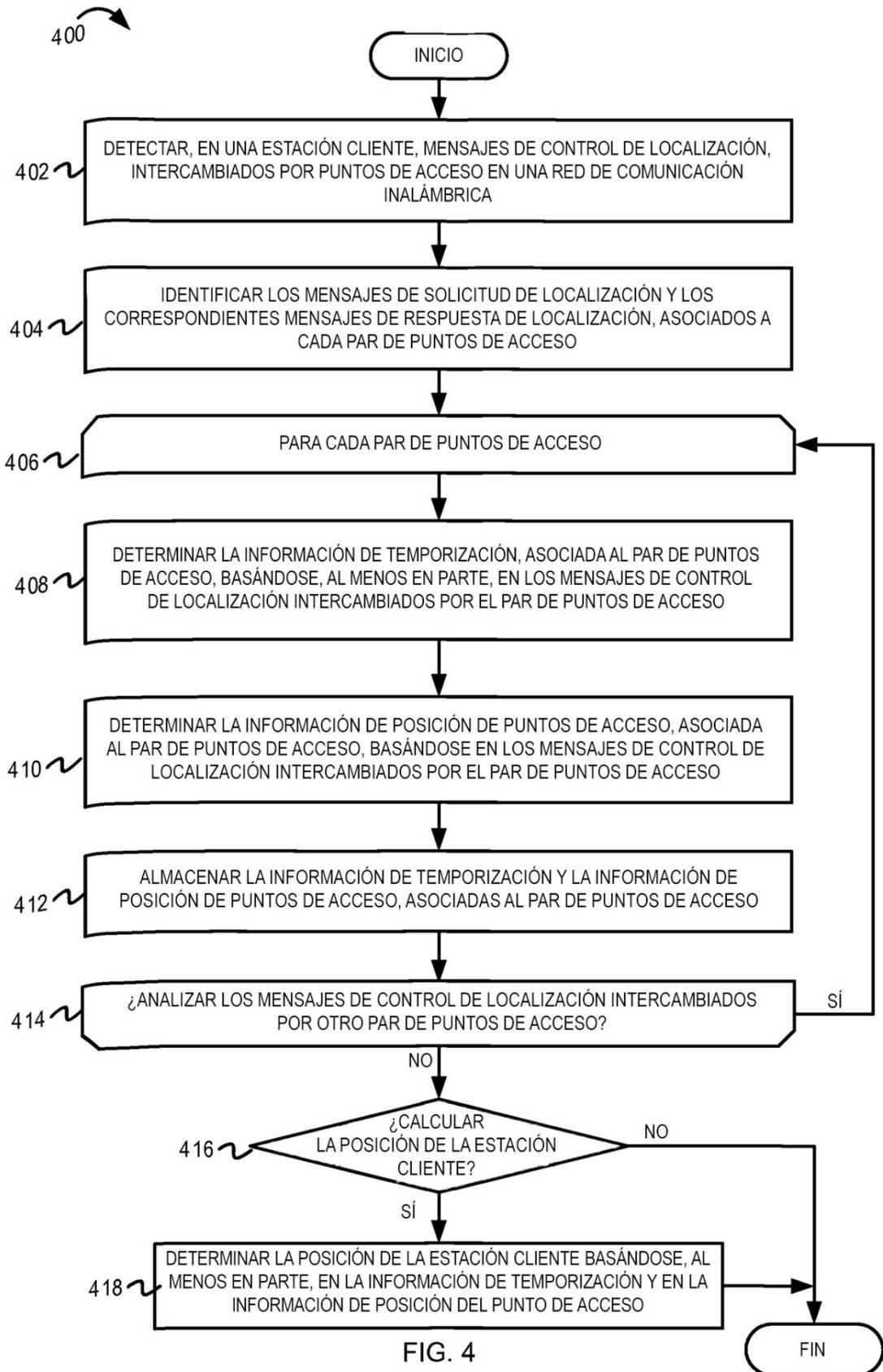


FIG. 2





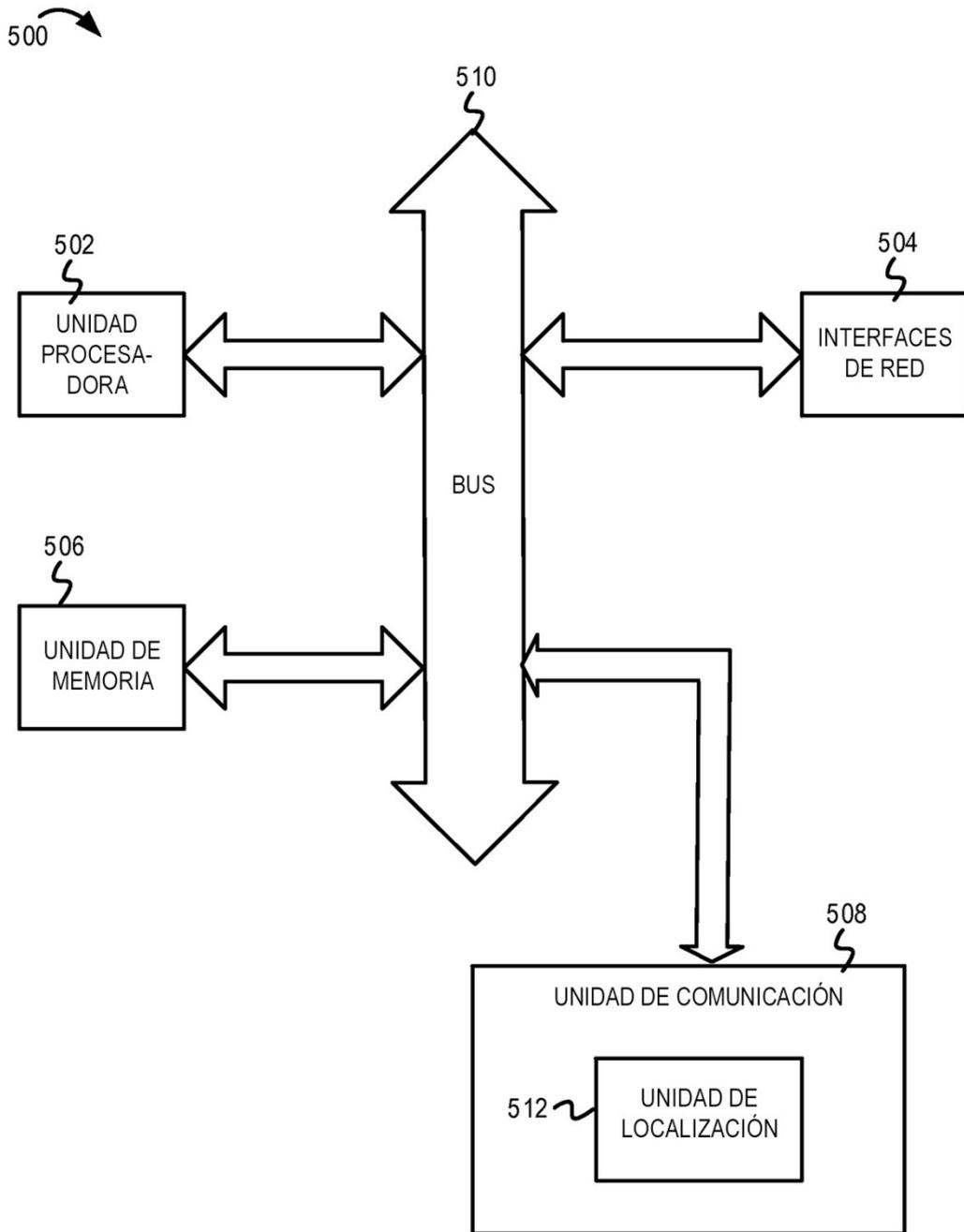


FIG. 5