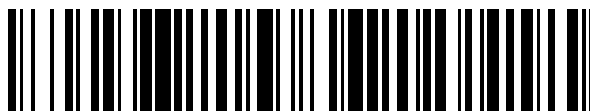


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 898 662**

51 Int. Cl.:

H04W 64/00 (2009.01)

G01S 5/02 (2010.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2016 PCT/US2016/012975**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2016 WO16115087**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2016 E 16701233 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.10.2021 EP 3245824**

54 Título: **Informes de ubicación para dispositivos de frecuencia extremadamente alta (EHF)**

30 Prioridad:

12.01.2015 US 201562102588 P

11.01.2016 US 201614992857

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2022

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
International IP Administration, 5775 Morehouse
Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**SANDEROVICH, AMICHAJ;
ALDANA, CARLOS HORACIO y
ZHANG, XIAOXIN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 898 662 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

Informes de ubicación para dispositivos de frecuencia extremadamente alta (EHF)

5 Campo de la divulgación

Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren generalmente a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a informes de ubicación, por ejemplo, para dispositivos de frecuencia extremadamente alta (EHF).

10 Descripción de la técnica relacionada

Las redes de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegadas para proporcionar diversos servicios de comunicación como voz, video, paquetes de datos, mensajería, transmisión, etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple capaces de admitir múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles de la red. Ejemplos de tales redes de acceso múltiple incluyen redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA). Redes ortogonales FDMA (OFDMA) y redes FDMA de una sola portadora (SC-FDMA).

15

Para abordar el problema del aumento de los requisitos de ancho de banda que se exigen para los sistemas de comunicaciones inalámbricas, se están desarrollando diferentes esquemas para permitir que múltiples terminales de usuario se comuniquen con un único punto de acceso compartiendo los recursos del canal mientras se logran altos rendimientos de datos. La tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) representa uno de esos enfoques que ha surgido como una técnica popular para los sistemas de comunicación. La tecnología MIMO se ha adoptado en varios estándares de comunicaciones inalámbricas, como el estándar 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). El IEEE 802.11 denota un conjunto de estándares de interfaz aérea de red de área local inalámbrica (WLAN) desarrollados por el comité IEEE 802.11 para comunicaciones de corto alcance (por ejemplo, decenas de metros a unos pocos cientos de metros).

20

La banda de 60 GHz es una banda sin licencia que presenta una gran cantidad de ancho de banda y una gran superposición mundial. El gran ancho de banda significa que un gran volumen de información se puede transmitir de forma inalámbrica. Como resultado, se pueden desarrollar múltiples aplicaciones, cada una de las cuales requiere la transmisión de grandes cantidades de datos, para permitir la comunicación inalámbrica en la banda de 60 GHz. Los ejemplos de tales aplicaciones incluyen, pero sin limitación, controladores de juegos, dispositivos móviles interactivos, TV inalámbrica de alta definición (HDTV), estaciones de acoplamiento inalámbricas, Gigabit Ethernet inalámbrica y muchos otros.

30

Las operaciones en la banda de 60 GHz permiten el uso de antenas más pequeñas en comparación con las frecuencias más bajas. Sin embargo, en comparación con el funcionamiento en frecuencias más bajas, las ondas de radio alrededor de la banda de 60 GHz tienen una alta atenuación atmosférica y están sujetas a niveles más altos de absorción por gases atmosféricos, lluvia, objetos y similares, lo que resulta en una mayor pérdida de espacio libre. La mayor pérdida de espacio libre se puede compensar utilizando muchas antenas pequeñas, por ejemplo dispuestas en una matriz en fase.

40

Se pueden coordinar múltiples antenas para formar un haz coherente que viaja en una dirección deseada. Se puede rotar un campo eléctrico para cambiar esta dirección. La transmisión resultante está polarizada en función del campo eléctrico. Un receptor también puede incluir antenas que pueden adaptarse para coincidir o adaptarse a la polaridad de transmisión cambiante. El documento US 2014/335891 A1 divulga sistemas y métodos para determinar la ubicación de cada una de una pluralidad de STA de una WLAN donde un AP mide el tiempo de ida y vuelta (RTT) y el ángulo de llegada (AOA) a cada STA a partir del intercambio de paquetes implícito, como la trama de datos y la trama ACK. El AP puede entonces informar las mediciones RTT y AOA a cada STA utilizando un elemento de información de baliza dedicado (IE) que difunde las mediciones RTT y AOA a las STA. Empleando un parámetro adicional, a saber, el ángulo de llegada AOA, un solo AP puede calcular la ubicación bidimensional de cada STA asociada. Además, otro IE de baliza puede realizar un mapeo de multidifusión de AOA a las direcciones MAC de modo que las STA asociadas puedan comprender dicho mapeo para las STA en una red, de modo que una STA pueda conocer la ubicación de otras STA. Puede emplearse el cifrado para lograr la privacidad.

45

El documento US 2014/004877 A1 da a conocer sistemas y métodos para la determinación de la posición. En una realización, la posición se estima usando mediciones de retardo de ida y vuelta basadas en una o más señales recibidas. En otra realización, la posición se estima mediante el uso adicional de mediciones del ángulo de llegada en base a una o más señales recibidas. Las realizaciones pueden ser utilizadas por un dispositivo fijo o móvil para autoaprender su posición y para ayudar a otros dispositivos cercanos a aprender sus posiciones.

60

SÍNTESIS

La invención se expone en las reivindicaciones independientes, mientras que las realizaciones preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS:

5 FIG. 1 ilustra un ejemplo de red de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

10 FIG. 2 es un diagrama de bloques de un ejemplo de punto de acceso (AP) y terminales de usuario, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

FIG. 3 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

15 FIG. 4 es un ejemplo de flujo de llamadas que ilustra una fase de entrenamiento de haces, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

20 FIG. 5 ilustra un elemento de parche polarizado dual de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

FIG. 6 es un diagrama que ilustra la propagación de la señal en una implementación de antenas de disposición en fase, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

25 FIG. 7 es un ejemplo de flujo de llamadas que ilustra un procedimiento de medición de sincronización fina (FTM).

FIG. 8 es un diagrama de flujo de operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

30 FIG. 8A ilustra medios de ejemplo capaces de realizar las operaciones mostradas en la FIG. 8.

FIG. 9 es un diagrama de flujo de operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

35 FIG. 9A ilustra medios de ejemplo capaces de realizar las operaciones mostradas en la FIG. 9.

FIG. 10 es un ejemplo de flujo de llamadas que ilustra un procedimiento FTM, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

40 FIG. 11 ilustra un formato de trama FTM de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

FIG. 12 ilustra un formato de campo AOA de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

45 FIG. 13 ilustra un formato de campo AOD de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

FIG. 14 ilustra un formato de trama FTM de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

50 FIG. 15 ilustra un formato de campo AOA y AOD de ejemplo, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

55 Para facilitar la comprensión, se han utilizado números de referencia idénticos, cuando ha sido posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que los elementos divulgados en una realización pueden utilizarse de manera beneficiosa en otras realizaciones sin una descripción específica.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Varios aspectos de la divulgación se describen de forma más completa a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, esta divulgación puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a ninguna estructura o función específica presentada a lo largo de esta divulgación. Por el contrario, estos aspectos se proporcionan manera que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el

alcanse de la divulgación a los expertos en la técnica. Basándose en las enseñanzas de la presente, un experto en la técnica debería apreciar que el alcance de la divulgación está destinado a abarcar cualquier aspecto de la invención divulgada en la presente, ya sea implementado independientemente o combinado con cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, se puede implementar un aparato o se puede llevar a la práctica un método usando cualquier número de los aspectos establecidos en la presente. Además, el alcance de la divulgación está destinado a cubrir tal aparato o método que se practica usando otra estructura, funcionalidad o estructura y funcionalidad además de los diversos aspectos de la divulgación expuestos en la presente o distintos de ellos. Debe entenderse que cualquier aspecto de la divulgación descrita en la presente puede estar incluido en uno o más elementos de una reivindicación.

Los aspectos de la presente divulgación se refieren generalmente a la notificación de la ubicación para un dispositivo de frecuencia extremadamente alta (EFH). Como se describirá con más detalle en este documento, las mediciones de sincronización fina (FTM) con respecto a la distancia entre dos estaciones pueden incluirse con información de orientación relativa (por ejemplo, dirección), como el ángulo de llegada (AoA) y/o el ángulo de salida (AoD) en una fase de entrenamiento del haz y/o una fase de refinamiento del haz. Por ejemplo, una estación de respuesta puede enviar una primera trama para su transmisión a la estación de inicio por primera vez. La estación de respuesta puede obtener, en un segundo momento, una segunda trama de la estación de inicio en respuesta a la primera trama. La estación de respuesta puede generar una tercera trama para la transmisión a la estación de inicio que incluye información que indica una diferencia entre la primera y la segunda vez y que también incluye una AoD de la primera trama y/o una AoA de la segunda trama. La estación de inicio puede usar la diferencia entre la primera vez y la segunda vez y el AoA y/o AoD para estimar una ubicación de la estación de inicio con respecto a la estación de respuesta.

La palabra "ejemplar" se usa en la presente para significar "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier aspecto descrito en la presente como "ejemplar" no debe interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso sobre otros aspectos.

Aunque en la presente se describen aspectos particulares, muchas variaciones y permutaciones de estos aspectos están dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferidos, el alcance de la divulgación no pretende limitarse a beneficios, usos u objetivos particulares. Más bien, se pretende que los aspectos de la divulgación sean ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistemas, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferidos. La descripción detallada y los dibujos son meramente ilustrativos de la divulgación más que limitativos, el alcance de la divulgación está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Las técnicas descritas en la presente pueden usarse para varios sistemas de comunicación inalámbrica de banda ancha, incluidos los sistemas de comunicación que se basan en un esquema de multiplexación ortogonal. Ejemplos de tales sistemas de comunicación incluyen el sistema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), el sistema de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el sistema de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) y el sistema de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA). Un sistema SDMA puede utilizar direcciones suficientemente diferentes para transmitir simultáneamente datos pertenecientes a múltiples terminales de usuario. Un sistema TDMA puede permitir que múltiples terminales de usuario compartan el mismo canal de frecuencia dividiendo la señal de transmisión en diferentes intervalos de tiempo, asignándose cada intervalo de tiempo a un terminal de usuario diferente. Un sistema OFDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), que es una técnica de modulación que divide el ancho de banda general del sistema en múltiples subportadoras ortogonales. Estas subportadoras también pueden denominarse tonos, segmentos, etc. Con OFDM, cada subportadora puede modularse independientemente con datos. Un sistema SC-FDMA puede utilizar FDMA intercalado (IFDMA) para transmitir en subportadoras que se distribuyen en el ancho de banda del sistema, FDMA localizado (LFDMA) para transmitir en un bloque de subportadoras adyacentes o FDMA mejorado (EFDMA) para transmitir en múltiples bloques de subportadoras adyacentes. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDMA.

Las enseñanzas de la presente pueden incorporarse (por ejemplo, implementarse dentro o realizarse por) una variedad de aparatos cableados o inalámbricos (por ejemplo, nodos). En algunos aspectos, un nodo inalámbrico implementado según las enseñanzas de la presente puede comprender un punto de acceso o un terminal de acceso.

Un punto de acceso ("AP") puede comprender, implementarse o conocerse como un nodo B, controlador de red de radio ("RNC"), nodo B evolucionado (eNB), controlador de estación base ("BSC"), estación transceptora base ("BTS"), estación base ("BS"), función de transceptor ("TF"), enrutador de radio, transceptor de radio, conjunto de servicios básicos ("BSS"), conjunto de servicios extendidos ("ESS"), estación base de radio ("RBS"), o alguna otra terminología.

Un terminal de acceso ("AT") puede comprender, implementarse o conocerse como una estación de suscriptor, una unidad de suscriptor, una estación móvil (MS), una estación remota, un terminal remoto, un terminal de usuario (UT), un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo de usuario (UE), una estación de usuario o alguna otra terminología. En algunas implementaciones, un terminal de acceso puede comprender un teléfono celular, un teléfono inalámbrico, un teléfono de protocolo de inicio de sesión ("SIP"), una estación de bucle local inalámbrico ("WLL"), un asistente digital personal ("PDA"), un dispositivo de mano con capacidad de conexión inalámbrica, una estación ("STA", como "AP STA" que actúa como AP o "no AP STA") o algún otro dispositivo de procesamiento adecuado conectado a un módem inalámbrico. En consecuencia, uno o más aspectos enseñados en la presente pueden incorporarse en un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular o teléfono inteligente), un ordenador (por ejemplo, un ordenador portátil), una tableta, un dispositivo de comunicación portátil, un dispositivo informático portátil (por ejemplo, un asistente de datos personales), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o vídeo, o una radio satelital), un dispositivo de sistema de posicionamiento global (GPS) o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse a través de un medio inalámbrico o cableado. En algunos aspectos, el AT puede ser un nodo inalámbrico. Dicho nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para o hacia una red (por ejemplo, una red de área amplia como Internet o una red celular) a través de un enlace de comunicación por cable o inalámbrica.

EJEMPLO DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

FIG. 1 ilustra un sistema 100 en el que se pueden realizar aspectos de la divulgación. Por ejemplo, por primera vez, cualquiera de las estaciones inalámbricas, como el punto de acceso 110 o los terminales de usuario 120, puede enviar otra de las estaciones inalámbricas que puede ser el punto de acceso 110 o el terminal de usuario 120. En un segundo momento, la estación inalámbrica puede recibir una segunda trama de la otra estación inalámbrica en respuesta a la primera trama. La estación inalámbrica puede transmitir una tercera trama a la otra estación inalámbrica que incluye información que indica una diferencia entre la primera y la segunda vez y también incluye información de orientación relativa, como un ángulo de salida (AoD) de la primera trama y/o un ángulo de llegada (AoA) de la segunda trama. La otra estación inalámbrica puede usar la diferencia entre la primera vez y la segunda vez y el AoA y/o AoD para estimar una ubicación de la otra estación inalámbrica en relación con la estación inalámbrica.

El sistema 100 puede ser, por ejemplo, un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de acceso múltiple 100 con puntos de acceso y terminales de usuario. Por simplicidad, solo se muestra un punto de acceso 110 en la FIG. 1. Un punto de acceso es generalmente una estación fija que se comunica con los terminales de usuario y también puede denominarse estación base o alguna otra terminología. Un terminal de usuario (también mencionado como una estación o STA) puede ser fijo o móvil y también puede denominarse estación móvil, dispositivo inalámbrico o alguna otra terminología. El punto de acceso 110 puede comunicarse con uno o más terminales de usuario 120 en cualquier momento determinado en el enlace descendente y el enlace ascendente. El enlace descendente (es decir, el enlace directo) es el enlace de comunicación desde el punto de acceso a los terminales de usuario, y el enlace ascendente (es decir, el enlace inverso) es el enlace de comunicación desde los terminales de usuario al punto de acceso. Un terminal de usuario también puede comunicarse de igual a igual con otro terminal de usuario.

Un controlador de sistema 130 puede proporcionar coordinación y control para estos AP y/u otros sistemas. Los AP pueden ser gestionados por el controlador del sistema 130, por ejemplo, que puede gestionar los ajustes de la potencia de radiofrecuencia, los canales, la autenticación y la seguridad. El controlador del sistema 130 puede comunicarse con los AP a través de un retorno. Los AP también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente a través de un retorno inalámbrico o por cable.

Si bien partes de la siguiente divulgación describirán terminales de usuario 120 capaces de comunicarse a través de acceso múltiple por división espacial (SDMA), para ciertos aspectos, los terminales de usuario 120 también pueden incluir algunos terminales de usuario que no admiten SDMA. Por lo tanto, para tales aspectos, un AP 110 puede configurarse para comunicarse con terminales de usuario tanto SDMA como no SDMA. Este enfoque puede permitir convenientemente que las versiones más antiguas de terminales de usuario (estaciones "heredadas") permanezcan desplegadas en una empresa, extendiendo su vida útil, al tiempo que permite introducir terminales de usuario SDMA más nuevos, según se considere adecuado.

El sistema 100 emplea múltiples antenas de transmisión y múltiples antenas de recepción para la transmisión de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente. El punto de acceso 110 está equipado con antenas N_{ap} y representa la entrada múltiple (MI) para transmisiones de enlace descendente y la salida múltiple (MO) para transmisiones de enlace ascendente. Un conjunto de terminales de usuario seleccionados K 120 representa colectivamente la salida múltiple para transmisiones de enlace descendente y la entrada múltiple para transmisiones de enlace ascendente. Para SDMA pura, se desea tener $N_{ap} \geq K \geq 1$ si los flujos de símbolos de datos para los terminales de usuario K no están multiplexados en código, frecuencia o tiempo por algún medio. K puede ser mayor que N_{ap} si los flujos de símbolos de datos se pueden multiplexar usando la técnica TDMA, diferentes canales de código con CDMA, conjuntos disjuntos de subbandas con OFDM, etc. Cada terminal de usuario seleccionado

transmite datos específicos del usuario y/o recibe datos específicos del usuario desde el punto de acceso. En general, cada terminal de usuario seleccionado puede estar equipado con una o múltiples antenas (es decir, $N_{ut} \geq 1$). Los terminales de usuario seleccionados K pueden tener el mismo o diferente número de antenas.

5 El sistema 100 puede ser un sistema dúplex por división de tiempo (TDD) o un sistema dúplex por división de frecuencia (FDD). Para un sistema TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencia. Para un sistema FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente utilizan bandas de frecuencia diferentes. El sistema MIMO 100 también puede utilizar una única portadora o múltiples portadoras para la transmisión. Cada terminal de usuario puede estar equipado con una sola antena (por ejemplo, para mantener bajos los costos) o múltiples antenas (por ejemplo, donde se pueda soportar el costo adicional). El sistema 100 también puede ser un sistema TDMA si los terminales de usuario 120 comparten el mismo canal de frecuencia dividiendo la transmisión/recepción en diferentes intervalos de tiempo, cada intervalo de tiempo se asigna a un terminal de usuario 120 diferente.

15 FIG. 2 ilustra componentes de ejemplo del AP 110 y UT 120 ilustrados en la FIG. 1, que puede usarse para implementar aspectos de la presente divulgación. Se pueden usar uno o más componentes del AP 110 y UT 120 para poner en práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, la antena 224, Tx/Rx 222, los procesadores 210, 220, 240, 242 y/o el controlador 230 o la antena 252, Tx/Rx 254, los procesadores 260, 270, 288 y 290 y/o el controlador 280 pueden utilizarse para realizar las operaciones descritas en este documento e ilustradas con referencia a las FIG. 8 y 8A y/o las FIG. 9 y 9A.

FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques del punto de acceso 110 y dos terminales de usuario 120m y 120x en un sistema MIMO 100. El punto de acceso 110 está equipado con antenas N_t 224a a 224ap. El terminal de usuario 120m está equipado con antenas $N_{ut, m}$ 252ma a 252mu, y el terminal de usuario 120x está equipado con antenas $N_{ut, x}$ 252xa a 252xu. El punto de acceso 110 es una entidad transmisora para el enlace descendente y una entidad receptora para cada terminal de usuario 120 es una entidad transmisora para el enlace ascendente y una entidad receptora para el enlace descendente. Como se usa en la presente, una "entidad transmisora" es un aparato o dispositivo operado independientemente capaz de transmitir datos a través de un canal inalámbrico, y una "entidad receptora" es un aparato o dispositivo operado independientemente capaz de recibir datos a través de un canal inalámbrico. En la siguiente descripción, el subíndice "dn" indica el enlace descendente, el subíndice "up" indica el enlace ascendente, los terminales de usuario N_{up} se seleccionan para transmisión simultánea en el enlace ascendente, los terminales de usuario N_{dn} se seleccionan para transmisión simultánea en el enlace descendente, N_{up} puede o no ser igual a N_{dn} , y N_{up} y N_{up} pueden ser valores estáticos o pueden cambiar para cada intervalo de programación. La dirección del haz o alguna otra técnica de procesamiento espacial se pueden utilizar en el punto de acceso y en el terminal de usuario.

En el enlace ascendente, en cada terminal de usuario 120 seleccionado para la transmisión del enlace ascendente, un procesador de datos de transmisión (TX) 288 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 286 y datos de control desde un controlador 280. El controlador 280 puede estar acoplado con una memoria 282. El procesador de datos TX 288 procesa (por ejemplo, codifica, entrelaza y modula) los datos de tráfico para el terminal de usuario basándose en los esquemas de codificación y modulación asociados con la velocidad seleccionada para el terminal de usuario y proporciona un flujo de símbolos de datos. Un procesador espacial TX 290 realiza un procesamiento espacial en el flujo de símbolos de datos y proporciona flujos de símbolos de transmisión $N_{ut, m}$ para las antenas $N_{ut, m}$. Cada unidad transmisora (TMTR) 254 recibe y procesa (por ejemplo, convierte a analógico, amplifica, filtra y sobreconvierte la frecuencia) un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace ascendente. Las unidades transmisoras $N_{ut, m}$ 254 proporcionan señales de enlace ascendente $N_{ut, m}$ para la transmisión desde las antenas $N_{ut, m}$ 252 al punto de acceso.

Los terminales de usuario N_{up} pueden programarse para transmisión simultánea en cada uno de estos terminales de usuario realiza un procesamiento espacial en su flujo de símbolos de datos y transmite su conjunto de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente al punto de acceso.

En el punto de acceso 110, las antenas N_{ap} 224a a 224ap reciben las señales de enlace ascendente de todos los terminales de usuario N_{up} que transmiten en cada antena 224 que proporciona una señal recibida a una unidad receptora respectiva (RCVR) 222. Cada unidad receptora 222 realiza un procesamiento complementario al realizado por la unidad transmisora 254 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial RX 240 realiza el procesamiento espacial del receptor en los flujos de símbolos recibidos N_{ap} desde las unidades receptoras N_{ap} 222 y proporciona los flujos de símbolos de datos de enlace ascendente recuperados N_{up} . El procesamiento espacial del receptor se realiza según la inversión de la matriz de correlación de canal (CCMI), el error cuadrático medio mínimo (MMSE), la cancelación de interferencia suave (SIC) o alguna otra técnica. Cada flujo de símbolos de datos de enlace ascendente recuperado es una estimación de un flujo de símbolos de datos transmitido por un terminal de usuario respectivo. Un procesador de datos RX 242 procesa (por ejemplo, demodula, desintercala y decodifica) cada flujo de símbolos de datos de enlace ascendente recuperado según la velocidad utilizada para que ese flujo obtenga datos decodificados. Los datos decodificados para cada terminal de usuario se pueden proporcionar a un colector de

datos 244 para almacenamiento y/o un controlador 230 para procesamiento adicional. El controlador 230 puede estar acoplado con una memoria 232.

5 En el enlace descendente, en el punto de acceso 110, un procesador de datos TX 210 recibe datos de tráfico desde una fuente de datos 208 para terminales de usuario N_{dn} programados para la transmisión de enlace descendente, datos de control desde un controlador 230 y posiblemente otros datos desde un programador 234. Los diversos tipos de datos pueden enviarse por diferentes canales de transporte. El procesador de datos TX 210 procesa (por ejemplo, codifica, entrelaza y modula) los datos de tráfico para cada terminal de usuario basándose en la tasa seleccionada para ese terminal de usuario. El procesador de datos TX 210 proporciona flujos de símbolos de datos de enlace descendente N_{dn} para los terminales de usuario N_{dn} . Un procesador espacial TX 220 realiza un procesamiento espacial (tal como una precodificación o formación de haces, como se describe en la presente divulgación) en los flujos de símbolos de datos de enlace descendente N_{dn} , y proporciona flujos de símbolos de transmisión N_{ap} para las antenas N_{ap} . Cada unidad transmisora 222 recibe y procesa un respectivo flujo de símbolos de transmisión para generar una señal de enlace descendente. Las unidades transmisoras N_{ap} 222 proporcionan señales de enlace descendente N_{ap} para su transmisión desde las antenas N_{ap} 224 a los terminales de usuario. Los datos decodificados para cada terminal de usuario se pueden proporcionar a un colector de datos 272 para almacenamiento y/o un controlador 280 para procesamiento adicional.

20 En cada terminal de usuario 120, las antenas $N_{ut,m}$ 252 reciben las señales de enlace descendente N_{ap} desde el punto de acceso 110. Cada unidad receptora 254 procesa una señal recibida desde una antena asociada 252 y proporciona un flujo de símbolos recibidos. Un procesador espacial RX 260 realiza el procesamiento espacial del receptor en los flujos de símbolos recibidos $N_{ut,m}$ desde las unidades receptoras $N_{ut,m}$ 254 y proporciona un flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperado para el terminal de usuario. El procesamiento espacial del receptor se realiza según CCMI, MMSE o alguna otra técnica. Un procesador de datos RX 270 procesa (por ejemplo, demodula, desintercala y decodifica) el flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperado para obtener datos decodificados para el terminal de usuario.

25 En cada terminal de usuario 120, un estimador de canal 278 estima la respuesta del canal de enlace descendente y proporciona estimaciones de canal de enlace descendente, que pueden incluir estimaciones de ganancia del canal, estimaciones de SNR, variación de ruido, etc. De manera similar, en el punto de acceso 110, un estimador de canal 228 estima la respuesta del canal de enlace ascendente y proporciona estimaciones del canal de enlace ascendente. El controlador 280 para cada terminal de usuario deriva normalmente la matriz de filtro espacial para el terminal de usuario en base a la matriz de respuesta del canal de enlace descendente $H_{dn,m}$ para ese terminal de usuario. El controlador 230 deriva la matriz de filtro espacial para el punto de acceso en base a la matriz de respuesta del canal de enlace ascendente efectiva $H_{up,ef}$. El controlador 280 para cada terminal de usuario puede enviar información de retroalimentación (por ejemplo, los vectores propios de enlace descendente y/o enlace ascendente, valores propios, estimaciones de SNR, etc.) al punto de acceso. Los controladores 230 y 280 también controlan el funcionamiento de varias unidades de procesamiento en el punto de acceso 110 y el terminal de usuario 120, respectivamente.

30 FIG. 3 ilustra varios componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico 302 que pueden emplearse dentro del sistema MIMO 100. El dispositivo inalámbrico 302 es un ejemplo de un dispositivo que puede configurarse para implementar los diversos métodos descritos en la presente. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede implementar las operaciones 800 y 900 ilustradas en las FIG. 8 y 9, respectivamente. El dispositivo inalámbrico 302 puede ser un punto de acceso 110 o un terminal de usuario 120.

35 El dispositivo inalámbrico 302 puede incluir un procesador 304 que controla el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 302. El procesador 304 también puede denominarse unidad central de procesamiento (CPU). La memoria 306, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 304. Una parte de la memoria 306 también puede incluir una memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 304 normalmente realiza operaciones lógicas y aritméticas basadas en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 306. Las instrucciones en la memoria 306 pueden ejecutarse para implementar los métodos descritos en la presente.

40 El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir una carcasa 308 que puede incluir un transmisor 310 y un receptor 312 para permitir la transmisión y recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 302 y un nodo remoto. El transmisor 310 y el receptor 312 pueden combinarse en un transceptor 314. Una única o una pluralidad de antenas de transmisión 316 se pueden unir a la carcasa 308 y se pueden acoplar eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir (no se muestra) múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores.

45 El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un detector de señales 318 que puede usarse en un esfuerzo por detectar y cuantificar el nivel de señales recibidas por el transceptor 314. El detector de señales 318 puede detectar señales tales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y

demás señales. El dispositivo inalámbrico 302 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 320 para su uso en el procesamiento de señales.

5 Los diversos componentes del dispositivo inalámbrico 302 pueden acoplarse entre sí mediante un sistema de bus 322, que puede incluir un bus de potencia, un bus de señales de control y un bus de señales de estado además de un bus de datos.

Ejemplo de entrenamiento de formación de haces

10 Se pueden usar aspectos de la presente divulgación para determinar la rotación relativa de dispositivos (por ejemplo, AP y/o STA que no son AP) en base a señales de entrenamiento. En algunos casos, las señales de entrenamiento pueden transmitirse como parte de un proceso de entrenamiento de formación de haces (BF) según, por ejemplo, el estándar publicitario IEEE 802.11. Conocer la rotación relativa puede permitir que cada dispositivo optimice la configuración de la antena para la transmisión y la recepción.

15 Un ejemplo de proceso de entrenamiento BF se ilustra en la FIG. 4. El proceso BF es empleado típicamente por un par de estaciones de ondas milimétricas, por ejemplo, un receptor y un transmisor. Cada emparejamiento de las estaciones logra el presupuesto de enlace necesario para la comunicación posterior entre esos dispositivos de red. Como tal, el entrenamiento BF normalmente implica una secuencia bidireccional de transmisiones de tramas de entrenamiento BF que usa barrido de sector y proporciona las señales necesarias para permitir que cada estación determine los ajustes apropiados del sistema de antena tanto para la transmisión como para la recepción. Después de completar con éxito el entrenamiento BF, se puede establecer un enlace de comunicación (por ejemplo, de onda milimétrica).

20 El proceso de formación de haces puede ayudar a abordar uno de los problemas de comunicación en el espectro de ondas milimétricas, que es su alta pérdida de trayectoria. Como tal, se coloca una gran cantidad de antenas en cada transceptor para aprovechar la ganancia de formación de haz para extender el rango de comunicación. Es decir, se envía la misma señal desde cada antena en una matriz, pero en momentos ligeramente diferentes.

30 Como se muestra en el proceso de entrenamiento de BF de ejemplo 400 ilustrado en la FIG. 4, el proceso BF puede incluir una fase 410 de barrido a nivel de sector (SLS) y una etapa 420 de refinamiento del haz subsiguiente. En la fase SLS, una de las STA actúa como iniciador al realizar un barrido de sector iniciador 412, que es seguido por un barrido de sector de transmisión 414 por la estación de respuesta (donde la estación de respuesta realiza un barrido de sector de respuesta). Un sector generalmente se refiere a un patrón de antena de transmisión o un patrón de antena de recepción correspondiente a un ID de sector particular. Como se mencionó con anterioridad, una estación puede tener un transceptor que incluye una o más antenas activas en una red de antenas (por ejemplo, una red de antenas en fase).

40 La fase SLS 410 normalmente concluye después de que una estación de inicio recibe retroalimentación de barrido de sector 416 y envía un reconocimiento de sector (ACK) 418, estableciendo así BF. Cada transceptor de la estación iniciadora y de la estación que responde está configurado para realizar una recepción de barrido de sector receptor (RXSS) de tramas de barrido de sector (SSW) a través de diferentes sectores, en el que se realiza un barrido entre recepciones consecutivas y una transmisión de barridos de sectores múltiples (SSW) (TXSS) o tramas de baliza direccional Multi-gigabit (DMG) a través de diferentes sectores, en donde se realiza un barrido entre transmisiones consecutivas.

50 Durante la fase 420 de refinamiento del haz, cada estación puede barrer una secuencia de transmisiones (422 y 424), separadas por un intervalo corto de espacio entre tramas de formación de haces (SBIFS), en el que la configuración de la antena en el transmisor o receptor se puede cambiar entre transmisiones, culminando en el intercambio de retroalimentación final de BRP 426 y 428. De esta manera, el refinamiento del haz es un proceso en el que una estación puede mejorar la configuración de su antena (o vector de peso de la antena) tanto para la transmisión como para la recepción. Es decir, cada antena incluye un vector de peso de antena (AWV), que además incluye un vector de pesos que describe la excitación (amplitud y fase) para cada elemento de una matriz de antenas.

55 FIG. 5 ilustra un elemento 500 de parche polarizado dual de ejemplo que puede emplearse, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Según lo mostrado en la FIG. 5, un solo elemento de una red de antenas puede contener múltiples antenas polarizadas. Se pueden combinar varios elementos para formar una red de antenas. Las antenas polarizadas pueden estar espaciadas radialmente. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 5, pueden disponerse dos antenas polarizadas perpendicularmente, correspondientes a una antena 510 polarizada horizontalmente y una antena 520 polarizada verticalmente. De modo alternativo, se puede utilizar cualquier número de antenas polarizadas. De modo alternativo o adicional, una o ambas antenas de un elemento también pueden estar polarizadas circularmente.

FIG. 6 es un diagrama que ilustra la propagación de señal en una implementación de antenas de disposición en fase. Las antenas de matriz en fase utilizan elementos idénticos 610-1 a 610-4 (en lo sucesivo denominados individualmente elemento 610 o colectivamente como elementos 610). La dirección en la que se propaga la señal produce una ganancia aproximadamente idéntica para cada elemento 610, mientras que las fases de los elementos 610 son diferentes. Las señales recibidas por los elementos se combinan en un haz coherente con la ganancia correcta en la dirección deseada. Una consideración adicional del diseño de la antena es la dirección esperada del campo eléctrico. En caso de que el transmisor y/o el receptor giren uno con respecto al otro, el campo eléctrico también gira además del cambio de dirección. Esto requiere que una matriz en fase pueda manejar la rotación del campo eléctrico mediante el uso de antenas o alimentaciones de antena que coincidan con cierta polaridad y sean capaces de adaptarse a otra polaridad o polaridad combinada en caso de cambios de polaridad.

La información sobre la polaridad de la señal se puede utilizar para determinar aspectos del transmisor de las señales. La potencia de una señal puede medirse mediante diferentes antenas que están polarizadas en diferentes direcciones. Las antenas pueden disponerse de modo que las antenas estén polarizadas en direcciones ortogonales. Por ejemplo, se puede disponer una primera antena perpendicular a una segunda antena donde la primera antena representa un eje horizontal y la segunda antena representa un eje vertical de modo que la primera antena esté polarizada horizontalmente y la segunda polarizada verticalmente. También se pueden incluir antenas adicionales, espaciadas en varios ángulos entre sí. Una vez que el receptor determina la polaridad de la transmisión, el receptor puede optimizar el rendimiento utilizando la recepción haciendo coincidir la antena con la señal recibida.

EJEMPLO DE INFORMES DE UBICACIÓN PARA DISPOSITIVOS DE FRECUENCIA EXTREMADAMENTE ALTA (EHF)

Determinados aspectos de la presente divulgación prevén la inclusión de mediciones de sincronización fina (FTM) con información del ángulo de llegada (AoA) y del ángulo de salida (AoD) en un protocolo de entrenamiento de formación de haces (BTP) para dispositivos de frecuencia extremadamente alta (EHF) como los dispositivos mmWave.

En ciertos sistemas, como los sistemas IEEE 802.11mc, los mensajes FTM se utilizan para medir la distancia entre dos estaciones inalámbricas, por ejemplo, basándose en el tiempo de viaje de ida y vuelta (RTT) de los mensajes transmitidos entre una STA que inicia y una STA que responde. De acuerdo con determinados aspectos, "estación inalámbrica" puede referirse a un punto de acceso (AP) o un dispositivo móvil que no es AP. Las dos estaciones inalámbricas pueden denominarse STA de inicio y STA de respuesta.

De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, los mensajes FTM también pueden usarse para informar información de dirección, como AoA y AoD. Al usar el informe para la dirección, se puede usar un solo flujo para la estimación de la ubicación y el seguimiento del movimiento puede ser más fácil, ya que las mediciones de dirección están acopladas a las mediciones de tiempo.

Como se presenta en este documento, los mensajes usados para FTM y reconocimientos (ACK) también pueden usarse para informar AoA y AoD. Sin embargo, en determinados dispositivos (por ejemplo, mmWave), las mediciones de AoA y AoD se pueden realizar durante la fase de entrenamiento del haz y/o la fase de refinamiento del haz, que no forman parte del protocolo FTM típico.

FIG. 7 es un flujo de llamada de ejemplo que ilustra un intercambio de tramas para un procedimiento FTM. Según lo mostrado en la FIG. 7, la STA iniciadora puede enviar una trama de solicitud FTM (FTMR) a la STA que responde para iniciar el procedimiento FTM. La STA que responde puede enviar un ACK a la STA que inicia.

Después de FTMR y ACK, la STA que responde puede comenzar a enviar tramas FTM (con los tiempos de transmisión para las tramas FTM indicadas como t_1) que pueden ser recibidas por la STA Iniciadora en un momento indicado como t_2 . En t_3 , la STA de inicio puede responder con un ACK que puede ser recibido por la STA de respuesta en t_4 . Esto puede repetirse para cada trama FTM (FTM_1, FTM_2, FTM_3) transmitida por la STA que responde.

La trama FTM actual puede tener una indicación de los valores t_1 y t_4 del intercambio de tramas FTM/ACK anterior incrustado en ella. La STA iniciadora puede entonces usar t_1 , t_2 , t_3 , y t_4 (dado que ya conoce t_2 y t_3 , habiendo recibido un FTM en t_2 y habiendo enviado un ACK en t_3) para estimar el RTT entre la STA que responde y la STA que inicia.

Entonces, el RTT puede usarse para estimar el alcance (distancia) entre las dos estaciones inalámbricas. Para determinar su propia ubicación (por ejemplo, en 2 dimensiones), una estación inalámbrica puede adquirir medidas RTT de al menos otras tres estaciones inalámbricas que se encuentran en ubicaciones conocidas por la estación inalámbrica. La estación inalámbrica puede usar las mediciones RTT de estas otras estaciones inalámbricas para calcular su propia ubicación 2D (por ejemplo, usando algoritmos de triangulación).

Desafortunadamente, esto puede aumentar el número de tramas FTM intercambiadas y reducir el rendimiento de la red. Por consiguiente, los aspectos de la presente divulgación proporcionan técnicas que pueden permitir estimar la ubicación de una estación inalámbrica intercambiando tramas FTM solo con otra estación inalámbrica.

5 Por ejemplo, las técnicas proporcionadas en este documento pueden permitir la estimación de AoA e incrustar información de AoA y/o AoD en mensajes FTM, lo que puede permitir que una estación inalámbrica intercambie tramas FTM con solo otra estación inalámbrica para calcular su ubicación (2D o 3D).

10 De acuerdo con determinados aspectos, dichos mensajes FTM pueden acoplarse al elemento de información (IE) del protocolo de refinamiento de haz (BRP). De esta manera, cuando se realiza BRP, donde se pueden medir AoA y AoD, también se puede realizar la fase de medición de distancia en el FTM.

15 FIG. 8 es un diagrama de flujo de operaciones 800 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 800 pueden ser realizadas, por ejemplo, por una STA de respuesta como la que se muestra en la FIG. 10 (por ejemplo, AP 110 o UT 120 o cualquier tipo de estación).

20 Las operaciones 800 comienzan, en 802, emitiendo una primera trama (por ejemplo, FTM_1) para su transmisión a otro aparato (por ejemplo, la STA de inicio) por primera vez (por ejemplo, t_1). De acuerdo con determinados aspectos, la primera trama puede incluir una indicación de un AoD para una trama transmitida previamente por la STA que responde.

25 En 804, la STA que responde puede obtener, en un segundo momento (por ejemplo, t_4), una segunda trama transmitida (por ejemplo, en t_3) por el otro aparato en respuesta a la primera trama (por ejemplo, el ACK recibido en t_2). De acuerdo con determinados aspectos, la segunda trama se puede recibir a través de una pluralidad de antenas receptoras.

30 En 806, la STA de respuesta puede generar una tercera trama (por ejemplo, FTM_2) para la transmisión al otro aparato a través de la interfaz de transmisión, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la segunda vez (por ejemplo, $t_4 - t_1$) y una indicación de al menos una de una orientación de salida (por ejemplo, AoD) de la primera trama o una orientación de llegada (por ejemplo, AoA) de la segunda trama.

35 La estación que responde puede estimar el AoA utilizando cualquier mecanismo adecuado. Por ejemplo, la STA que responde puede estimar el AoA de la segunda trama (por ejemplo, el ACK) basándose en datos relacionados con la calibración de las antenas receptoras. Los datos de calibración de la antena pueden obtenerse de cualquiera de los métodos de calibración de antena existentes y, en algunos casos, la calibración puede realizarse fuera de línea y guardarse para su uso posterior.

40 De acuerdo con determinados aspectos, la STA que responde puede habilitar selectivamente diferentes combinaciones de las antenas receptoras mientras recibe la segunda trama y estimar el AoA de la segunda trama basándose en estimaciones de canal calculadas para las diferentes combinaciones de antenas receptoras (permitido al habilitar las diferentes combinaciones). Por ejemplo, la STA que responde puede cambiar las antenas de recepción a diferentes periodos durante la recepción ACK y estimar el canal para cada patrón. En el caso de que la STA de respuesta solo pueda realizar un procesamiento de campo de entrenamiento largo (LTF), la STA de respuesta puede realizar una estimación de AoA basada en tramas N FTM y tramas ACK para N patrones de antena.

45 De acuerdo con determinados aspectos, el AoA y/o AoD pueden expresarse como un primer ángulo (por ejemplo, θ_{AoA}) en un primer plano (por ejemplo, el plano (y,z)) y un segundo ángulo (θ_{AoA}) en un segundo plano (por ejemplo, el plano (x,y)) perpendicular al primer plano. El AoA puede contener tanto θ_{AoA} como ϕ_{AoA} . ϕ_{AoA} puede ser 12 bits que representan 0-180° (por ejemplo, con una resolución de 0,044°) y ϕ_{AoA} puede ser 12 bits que representan 0-360° (por ejemplo, con una resolución de 0,088°). En algunos casos, el AoD puede contener tanto θ_{AoD} como ϕ_{AoD} . De manera similar, θ_{AoD} puede tener 12 bits que representan 0-180° y (ϕ_{AoD} puede tener 12 bits que representan 0-360°.

50 Un mensaje FTM de acuerdo con un protocolo FTM actual proporciona 48 bits para el informe de hora de salida (ToD) (por ejemplo, t_1) y 48 bits para el informe de hora de llegada (ToA) (por ejemplo, t_4). De acuerdo con determinados aspectos, el campo de informe ToD puede usarse (por ejemplo, reutilizarse) para informar t_4-t_1 (la diferencia en ToD y ToA, que puede ser suficiente para que la STA iniciadora calcule RTT) y el campo de informe ToA puede volver a tener el propósito de informar AoA y AoD como (por ejemplo, 12 bits cada uno) θ_{AoA} , ϕ_{PAoA} , θ_{AoD} y ϕ_{AoD} que se ajusta a los 48 bits disponibles. De acuerdo con determinados aspectos, se puede establecer un bit para indicar si las marcas de tiempo ToD y ToA son continuas o no.

65 De acuerdo con determinados aspectos, la STA de respuesta puede determinar, basándose en la información de capacidad proporcionada por el otro aparato, que el otro aparato es capaz de comprender AoA y/o AoD. De acuerdo

con determinados aspectos, la STA de respuesta puede proporcionar, por ejemplo, en la primera trama y/o la tercera trama, una indicación al otro aparato de que la tercera trama incluye o incluirá el valor AoA y/o AoD.

FIG. 9 es un diagrama de flujo de operaciones 900 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 900 pueden considerarse complementarias a las operaciones 800 realizadas por la STA de respuesta ilustrada en la FIG. 8. En otras palabras, las operaciones 900 se pueden realizar, por ejemplo, mediante una STA iniciadora mostrada en la FIG. 10 (por ejemplo, AP 110 o UT 120).

Las operaciones 900 comienzan, en 902, obteniendo una primera trama de otro aparato. En 904, la STA iniciadora emite (por ejemplo, en t_3) una segunda trama (por ejemplo, el ACK) para su transmisión al otro aparato (por ejemplo, la STA de respuesta) después de obtener la primera trama (por ejemplo, FTM_1) (por ejemplo, en t_2). De acuerdo con determinados aspectos, la segunda trama puede incluir una indicación de una orientación (por ejemplo, AoD) para una trama transmitida previamente por el otro aparato.

En 906, la STA iniciadora puede obtener una tercera trama (por ejemplo, FTM_2_ transmitida por el otro aparato después de recibir la segunda trama, incluyendo la tercera trama información que indica una diferencia entre la primera vez que la segunda trama fue recibida por el otro aparato y una segunda vez que la primera trama fue transmitida por el otro aparato (por ejemplo, t_4-t_1) y una indicación de al menos una de una orientación de salida (por ejemplo, AoD) de la primera trama o una orientación de llegada (por ejemplo, AoA) de la segunda trama. De acuerdo con determinados aspectos, el AoA y/o AoD pueden expresarse como un primer ángulo (por ejemplo, θ) en un primer plano (por ejemplo, el plano (y,z)) y un segundo ángulo (ϕ) en un segundo plano (por ejemplo, el plano (x,y)) perpendicular al primer plano.

En 908, la STA iniciadora puede estimar una ubicación de la STA iniciadora con respecto al otro aparato basándose, al menos en parte, en la diferencia entre la primera vez y la segunda vez y al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama.

Aunque los ángulos de llegada y/o de salida se proporcionan como ejemplos de parámetros direccionales indicativos de la orientación relativa entre dos dispositivos, también se puede utilizar cualquier otro tipo de parámetros indicativos de orientación. Además, en general, dichos parámetros indicativos de orientación o dirección pueden informarse en relación con dos o más ejes y, además, también pueden informarse en otros tipos de sistemas de coordenadas (por ejemplo, distintos de las coordenadas x, y, z), tales como ejes polares.

De acuerdo con determinados aspectos, la STA iniciadora puede determinar un RTT basado en la diferencia entre la primera vez y la segunda vez, la hora en que se recibió la segunda trama (por ejemplo, t_2) y la hora en que se transmitió la primera trama (por ejemplo, t_3). De acuerdo con determinados aspectos, la STA iniciadora puede estimar una ubicación absoluta (por ejemplo, 3D) del otro aparato, basándose en la ubicación estimada del aparato en relación con el otro aparato y una ubicación conocida del aparato. De manera similar, la STA iniciadora puede estimar una ubicación absoluta (por ejemplo, 3D) de la STA iniciadora, por ejemplo, basándose en la ubicación estimada de la STA iniciadora con respecto al otro aparato y una ubicación conocida del otro aparato.

De acuerdo con determinados aspectos, la STA iniciadora puede proporcionar, al otro aparato, información de capacidad que indica que la estación iniciadora es capaz de comprender la indicación de AoA y/o AoD. La información de capacidad puede incluirse, por ejemplo, como un bit dedicado en el IE específico del proveedor para indicar la capacidad AoA/AoD. El IE específico del proveedor puede formar parte del FTMR y FTM_1 iniciales. Alternativamente, pueden usarse bits reservados del FTM IE. Por ejemplo, si la STA iniciadora establece el bit de capacidad AoA/AoD en 1 en el FTMR, esto puede indicar una capacidad para comprender la información AOA/AOD en tramas FTM.

De acuerdo con determinados aspectos, en lugar de tener un bit para indicar la capacidad AOA/AOD, dos bits pueden indicar por separado la capacidad AOA y/o AOD.

En cualquier caso, la estación de respuesta puede generar la tercera trama basándose en la capacidad indicada por la estación iniciadora. Por ejemplo, la estación de respuesta solo puede incluir la información AOA/AOD si la estación iniciadora indica que es capaz de comprender esa información. De lo contrario, la estación de respuesta puede utilizar un formato de notificación convencional. En algunos casos, la estación de respuesta puede proporcionar una indicación (por ejemplo, en la segunda o tercera trama) de que está incluyendo información AOA/AOD en la tercera trama, permitiendo que la estación iniciadora sepa cómo procesar la información en la tercera trama.

En tales casos, la STA iniciadora puede determinar, basándose en una indicación proporcionada en al menos una de la segunda trama o la tercera trama, que la tercera trama incluye o incluirá la indicación de AoA y/o AoD. Por ejemplo, cuando la STA de respuesta ve el bit de capacidad AoA/AoD establecido en 1 desde la STA iniciadora, la STA de respuesta puede decidir establecer el bit de capacidad AoA/AoD en 1 en FTM_1 para indicar que AOA/AOD

es (o será) incrustado en tramas FTM. Alternativamente, para reducir el tiempo de transmisión, la STA de respuesta puede no enviar el IE específico del proveedor, y la ausencia de la transmisión del IE específico del proveedor puede indicar que AOA/AOD no se incrustará en las tramas FTM.

5 FIG. 10 es un ejemplo de flujo de llamadas 1000 del protocolo FTM correspondiente a las operaciones 800 y 900 realizadas por la STA de respuesta y la STA Iniciadora en las FIG. 8 y 9, respectivamente. Como se ilustra, el intercambio de mensajes puede ser similar al que se muestra en la FIG. 7, pero la estación de respuesta puede incluir, con un mensaje FTM (por ejemplo, FTM_2 en el ejemplo ilustrado) una indicación de una diferencia entre t_4 y t_1 (ya que esta es toda la información externa que la estación de inicio necesita para calcular RTT), así como una
10 indicación de AOA (del ACK anterior) y/o AOD (o un mensaje FTM anterior).

Como se señaló con anterioridad, en algunos casos, los campos ToD y ToA de un formato de mensaje FTM existente pueden reutilizarse para reflejar la diferencia entre t_4 y t_1 (por ejemplo, usando los bits del campo ToD) y AOA y AOD (por ejemplo, usando los bits del campo ToA). Sin embargo, usando un formato alternativo, los campos
15 ToD y ToA pueden usarse para transmitir t_1 y t_4 por separado y pueden usarse campos separados para transmitir AOA y/o AOD.

Por ejemplo, la FIG. 11 ilustra tal formato alternativo 1100, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Según lo mostrado en la FIG. 11, el campo FTM incluye, entre otros campos, un campo TOD, un campo TOA, un campo de error TOD, un campo de error TOA y un campo de parámetros FTM opcional. Como se muestra, el formato también puede incluir un campo AOD opcional 1110 y un campo AOA opcional 1120. Según lo mostrado en la FIG. 11, en algunos casos, el campo AOA 1110 y el campo AOD 1120 pueden tener cada uno 4 bytes de longitud para permitir un campo ID de elemento más un campo de Longitud. De acuerdo con determinados aspectos, el AOD para un intercambio anterior se puede incrustar en la trama FTM si está disponible.
20

FIG. 12-13 ilustran formatos de ejemplo para el campo AOA 1110 y el campo AOD 1120, respectivamente, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Según lo mostrado en la FIG. 12, el campo AOA 1110 puede tener 5 bytes para acomodar un campo ID de elemento y Longitud. Para el campo AOA 1110, el campo ID de elemento 1112 puede establecerse en el valor para indicar un elemento AOA y el campo Longitud 1114 puede establecerse en 3. Los valores Theta_AOA y Phi_AOA, como se describió con anterioridad, pueden transportarse en un campo 1116 de 3 bytes. De modo similar, según lo mostrado en la FIG. 13, para el campo AOD 1120, el campo ID de elemento 1122 puede establecerse en el valor para indicar un elemento AOD, el campo Longitud 1124 puede establecerse en 3, y los valores Theta_AOD y Phi_AOD, como se describió con anterioridad, pueden llevarse en un campo de 3 bytes 1126.
25

FIG. 14 ilustra un formato de trama FTM de ejemplo 1400, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Según lo mostrado en la FIG. 14, en lugar de tener campos AOA y AOD separados (4 bytes), el formato de trama 1400 puede incluir un solo campo opcional 1410 de AOD de 8 bytes que lleva uno o ambos valores AOA y AOD.
30

FIG. 15 ilustra un formato de ejemplo del campo AOD 1410, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Según lo mostrado en la FIG. 15, el campo AOD 1410 puede tener 8 bytes, ya que contiene un campo ID de elemento 1412 más un campo Longitud 1414. El campo ID de elemento 1412 puede establecerse en un valor para indicar un elemento AOD único (conjunto) y el campo Longitud 1414 puede establecerse en 6 para indicar dos campos 1416 y 1418 de 3 bytes. Los valores Theta_AOA y Phi_AOA, como se describió con anterioridad, pueden transportarse en el campo 1416, mientras que los valores Theta_AOD y Phi_AOD, como se describió con anterioridad, pueden transportarse en el campo 1418.
35

De acuerdo con determinados aspectos descritos en este documento, el acoplamiento de mensajes FTM con AoD y AoA en procedimientos BRP puede permitir que una STA inalámbrica (por ejemplo, un dispositivo mmWave) estime su ubicación intercambiando tramas FTM con solo otra STA inalámbrica, lo que puede ayudar a conservar los recursos aéreos y aumentar el rendimiento de la red. Además, los informes de ubicación-distancia pueden actualizarse automáticamente siempre que se cambie la geometría entre las STA inalámbricas (por ejemplo, según el movimiento de una o ambas STA).
40

Los métodos divulgados en la presente comprenden uno o más pasos o acciones para lograr el método descrito. Los pasos y/o acciones del método pueden intercambiarse entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de pasos o acciones, el orden y/o el uso de pasos y/o acciones específicos pueden modificarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.
45

Como se usa en la presente, una frase que se refiere a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluidos los miembros individuales. Como ejemplo, "al menos uno de: a, b o c" pretende abarcar a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c, y c-c-c o cualquier otro orden de a, b y c).
50
55
60
65

5 Como se usa en la presente, el término "determinar" abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, derivar, investigar, buscar (por ejemplo, buscar en una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), comprobar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Además, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

10 En algunos casos, en lugar de transmitir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para emitir una trama para su transmisión. Por ejemplo, un procesador puede emitir una trama, a través de una interfaz de bus, a un extremo frontal de RF para su transmisión. De manera similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida desde otro dispositivo. Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, a través de una interfaz de bus, desde un extremo frontal de RF para su transmisión.

15 Las diversas operaciones de los métodos descritos anteriormente se pueden realizar mediante cualquier medio adecuado capaz de realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir varios componentes y/o módulos de hardware y/o software, incluidos, entre otros, un circuito, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) o un procesador. Por lo general, cuando hay operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener sus correspondientes componentes de medios más funciones con una numeración similar. Por ejemplo, las
20 operaciones 800 ilustradas en la FIG. 8 y las operaciones 900 ilustradas en la FIG. 9 corresponden a los medios 800A ilustrados en la FIG. 8A y los medios 900A ilustrados en la FIG. 9A, respectivamente.

25 Por ejemplo, los medios para recibir y los medios para obtener pueden ser un receptor (por ejemplo, la unidad receptora del transceptor 254) y/o una antena 252 del terminal 120 de usuario ilustrado en la FIG. 2 o el receptor (por ejemplo, la unidad receptora del transceptor 222) y/o la antena 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2. Los medios para transmitir y los medios para emitir pueden ser un transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora del transceptor 254) y/o una antena 252 del terminal 120 de usuario ilustrado en la FIG. 2 o el transmisor (por ejemplo, la unidad transmisora del transceptor 222) y/o la antena 224 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2.

30 Los medios para estimar, los medios para generar, los medios para incluir, los medios para determinar y los medios para proporcionar pueden comprender un sistema de procesamiento, que puede incluir uno o más procesadores, tales como el procesador de datos RX 270, el procesador de datos TX 288 y/o el controlador 280 del terminal 120 de usuario ilustrado en la FIG. 2 o el procesador de datos TX 210, el procesador de datos RX 242 y/o el controlador 230 del punto de acceso 110 ilustrado en la FIG. 2.

35 De acuerdo con determinados aspectos, tales medios pueden implementarse mediante sistemas de procesamiento configurados para realizar las funciones correspondientes implementando varios algoritmos (por ejemplo, en hardware o ejecutando instrucciones de software) descritos con anterioridad para proporcionar una indicación de respuesta inmediata en un encabezado PHY. Por ejemplo, un algoritmo para generar una primera trama para su
40 transmisión a otro aparato por primera vez, un algoritmo para obtener, en una segunda vez, una segunda trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la primera trama, y un algoritmo para generar una tercera trama para transmisión al otro aparato a través de la interfaz de transmisión, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la segunda vez y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama. En otro ejemplo, un algoritmo para generar una
45 segunda trama para su transmisión a otro aparato en respuesta a una primera trama recibida del otro aparato, un algoritmo para obtener una tercera trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la segunda trama, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la segunda vez y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama, y un algoritmo para estimar una ubicación del aparato relativa al otro aparato basado, al menos en parte, en la diferencia
50 entre la primera vez y la segunda vez y al menos uno del ángulo de salida de la primera trama o el ángulo de llegada de la segunda trama.

Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales
55 (DSP), un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable (PLD), compuerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en este documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador disponible en el comercio, controlador, microcontrolador o máquina de estado. Un procesador
60 también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

65 Si se implementa en hardware, una configuración de hardware de ejemplo puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento puede implementarse con una arquitectura de

bus. El bus puede incluir cualquier número de buses y puentes interconectados dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento y las limitaciones generales del diseño. El bus puede enlazar varios circuitos, incluido un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus se puede utilizar para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento a través del bus. El adaptador de red se puede utilizar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de un terminal de usuario 120 (ver la FIG. 1), también se puede conectar al bus una interfaz de usuario (por ejemplo, teclado, pantalla, ratón, palanca de control, etc.). El bus también puede conectar varios otros circuitos tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de voltaje, circuitos de administración de energía y similares, que son muy conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán adicionalmente. El procesador puede implementarse con uno o más procesadores de propósito general y/o de propósito especial. Los ejemplos incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores DSP y otros circuitos que pueden ejecutar software. Los expertos en la técnica reconocerán la mejor manera de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento dependiendo de la aplicación particular y las restricciones de diseño generales impuestas al sistema general.

Si se implementa en software, las funciones pueden almacenarse o transmitirse como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. El software se interpretará en términos generales como instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, ya sea que se denomine software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto los medios de almacenamiento por ordenador como los medios de comunicación que incluyen cualquier medio que facilita la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. El procesador puede ser responsable de administrar el bus y el procesamiento general, incluida la ejecución de los módulos de software almacenados en los medios de almacenamiento legibles por máquina. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede estar acoplado a un procesador de tal manera que el procesador pueda leer información desde, y escribir información en el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento de muestra puede formar parte del procesador. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada por datos y/o un medio de almacenamiento legible por ordenador con instrucciones almacenadas en el mismo con separación del nodo inalámbrico, a los cuales se puede acceder mediante el procesador a través de la interfaz de bus. De manera adicional o alternativa, el medio legible por máquina, o cualquier parte del mismo, puede integrarse en el procesador, por ejemplo puede ser con caché y/o archivos de registro general. Ejemplos de medios de almacenamiento legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria rápida, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria de solo lectura programable), EPROM (memoria de solo lectura programable borrable), EEPROM (memoria de solo lectura programable borrable eléctricamente), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado, o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina pueden incorporarse en un producto de programa informático.

Un módulo de software puede comprender una sola instrucción, o muchas instrucciones, y puede estar distribuido en varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y en múltiples medios de almacenamiento. Los medios legibles por ordenador pueden comprender varios módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, cuando son ejecutadas por un aparato como un procesador, hacen que el sistema de procesamiento lleve a cabo varias funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un único dispositivo de almacenamiento o distribuirse entre varios dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, se puede cargar un módulo de software en la RAM desde un disco duro cuando se produce un evento desencadenante. Durante la ejecución del módulo de software, el procesador puede cargar algunas de las instrucciones en la caché para aumentar la velocidad de acceso. Luego, pueden cargarse una o más líneas de caché en un archivo de registro general para que las ejecute el procesador. Cuando se hace referencia a la funcionalidad de un módulo de software a continuación, se entenderá que dicha funcionalidad es implementada por el procesador al ejecutar instrucciones desde ese módulo de software.

Además, cualquier conexión se denomina correctamente un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, servidor u otra fuente remota utilizando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de suscriptor digital (DSL) o tecnologías inalámbricas como infrarrojos (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El disco, como se usa en la presente, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete y disco Blu-ray®, donde los discos generalmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos reproducen datos ópticamente con láser. Por lo tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios legibles por ordenador no transitorios (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios legibles por ordenador transitorios (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de los anteriores también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

Por lo tanto, ciertos aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en la presente. Por ejemplo, tal producto de programa informático puede comprender un medio legible

5 por ordenador que tiene instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, las instrucciones son ejecutables por uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en la presente. Por ejemplo, las instrucciones para generar una primera trama para su transmisión a otro aparato por primera vez, un algoritmo para obtener, en una segunda vez, una segunda trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la primera trama, y las instrucciones para generar una tercera trama para transmisión al otro aparato a través de la interfaz de transmisión, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la segunda vez y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama. En otro ejemplo, las instrucciones para generar una segunda trama para su transmisión a otro aparato en respuesta a una primera trama recibida del otro aparato, las instrucciones para obtener una tercera trama transmitida por el otro aparato en respuesta a la segunda trama, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la segunda vez y una indicación de al menos uno de un ángulo de salida de la primera trama o un ángulo de llegada de la segunda trama, y un algoritmo para estimar una ubicación del aparato relativa al otro aparato basado, al menos en parte, en la diferencia entre la primera vez y la segunda vez y al menos uno del ángulo de salida de la primera trama o el ángulo de llegada de la segunda trama.

15 Además, debe apreciarse que los módulos y/u otros medios adecuados para llevar a cabo los métodos y técnicas descritos en la presente pueden descargarse y/o obtenerse de otro modo mediante un terminal de usuario y/o estación base, según corresponda. Por ejemplo, tal dispositivo se puede acoplar a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los métodos descritos en la presente. Alternativamente, se pueden proporcionar varios métodos descritos en la presente a través de medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico como un disco compacto (CD) o disquete, etc.), de manera tal que un terminal de usuario y/o estación base pueda obtener los diversos métodos al acoplar o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede utilizar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar los métodos y técnicas descritos en la presente a un dispositivo.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para comunicaciones inalámbricas por un aparato, que comprende:

5 emitir (802) una primera trama para su transmisión a otro aparato por primera vez;
 obtener (804), por segunda vez, una segunda trama transmitida por el otro aparato después de la transmisión de la
 primera trama; y
 generar (806) una tercera trama para su transmisión al otro aparato a través de la interfaz de transmisión, en donde
 10 la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la segunda vez y una indicación
 de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o una orientación de llegada de la segunda
 trama,
 en donde la tercera trama se genera basándose en la capacidad del otro aparato para comprender la indicación de
 al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama; y
 proporcionar una indicación en la primera trama o en la tercera trama, en función de la capacidad, al otro aparato de
 15 que la tercera trama incluye o incluirá la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera
 trama o la orientación de llegada de la segunda trama.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la indicación de al menos una de una orientación de
 salida de la primera trama o una orientación de llegada de la segunda trama comprende:

20 una indicación de la orientación de llegada de la segunda trama expresada como un primer ángulo en un primer
 plano y un segundo ángulo en un segundo plano.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la indicación de al menos una de una orientación de
 salida de la primera trama o una orientación de llegada de la segunda trama comprende:

25 una indicación de la orientación de salida de la primera trama expresada como un primer ángulo en un primer plano
 y un segundo ángulo en un segundo plano.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la tercera trama comprende la orientación de salida de la
 primera trama y la orientación de llegada de la segunda trama.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la tercera trama comprende un valor indicativo de la
 diferencia entre la primera vez y la segunda vez.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

la segunda trama se obtiene mediante una pluralidad de antenas receptoras; y
 el método comprende, además, estimar la orientación de llegada de la segunda trama en base a los datos
 40 relacionados con la calibración de las antenas receptoras.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

la segunda trama se obtiene mediante una pluralidad de antenas receptoras; y
 45 el método comprende habilitar selectivamente diferentes combinaciones de las antenas receptoras mientras se
 recibe la segunda trama y estimar la orientación de llegada de la segunda trama basándose en estimaciones de
 canal para las diferentes combinaciones de antenas receptoras.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera trama incluye una indicación de una orientación
 de salida para una trama transmitida previamente por el aparato.

9. Un método para comunicaciones inalámbricas por un aparato, que comprende:

obtener (902) una primera trama de otro aparato;
 55 emitir (904) una segunda trama para su transmisión al otro aparato después de la recepción de la primera trama;
 obtener (906) una tercera trama transmitida por el otro aparato después de la transmisión de la segunda trama, en
 donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre una primera vez que la segunda trama fue
 recibida por el otro aparato y una segunda vez que la primera trama fue transmitida por el otro aparato y una
 indicación de al menos una de una orientación de salida de la primera trama o una orientación de llegada de la
 60 segunda trama; y
 estimar (908) una ubicación del aparato con respecto al otro aparato basándose, al menos en parte, en la diferencia
 entre la primera vez y la segunda vez y al menos una de la orientación de salida de la primera trama o la orientación
 de llegada de la segunda trama,

- proporcionar, al otro aparato, información de capacidad que indica que el aparato es capaz de comprender la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama; y
- 5 determinar, basándose en una indicación proporcionada por el otro aparato en la primera trama o en la tercera trama, que la tercera trama incluye la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama; y procesar la tercera trama basada en la determinación.
- 10 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende, además, estimar una ubicación absoluta del otro aparato, basándose en la ubicación estimada del aparato en relación con el otro aparato y una ubicación conocida del aparato.
11. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
- 15 medios (802A) para enviar una primera trama para su transmisión a otro aparato por primera vez; medios (804A) para obtener, en una segunda vez, una segunda trama transmitida por el otro aparato después de la transmisión de la primera trama; y medios (806A) para generar una tercera trama para su transmisión al otro aparato a través de la interfaz de transmisión, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre la primera vez y la
- 20 segunda vez y una indicación de al menos una de una orientación de salida de la primera trama o una orientación de llegada de la segunda trama, en donde la tercera trama se genera basándose en la capacidad del otro aparato para comprender la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama; y medios para proporcionar una indicación en la primera trama o en la tercera trama, en función de la capacidad, al
- 25 otro aparato que:
la tercera trama incluye la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama.
- 30 12. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
medios (902A) para obtener una primera trama de otro aparato; medios (904A) para enviar una segunda trama para su transmisión al otro aparato después de la recepción de la primera trama;
- 35 medios (906A) para obtener una tercera trama transmitida por el otro aparato después de la transmisión de la segunda trama, en donde la tercera trama incluye información que indica una diferencia entre una primera vez que la segunda trama fue recibida por el otro aparato y una segunda vez que la primera trama fue transmitida por el otro aparato y una indicación de al menos una de entre una orientación de salida de la primera trama o una orientación de llegada de la segunda trama; y
- 40 medios (908A) para estimar una ubicación del aparato con respecto al otro aparato basándose, al menos en parte, en la diferencia entre la primera vez y la segunda vez y al menos una de la orientación de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama, medios para proporcionar, al otro aparato, información de capacidad que indica que el aparato es capaz de comprender la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama;
- 45 y medios para determinar, basándose en una indicación proporcionada por el otro aparato en la primera trama o en la tercera trama, que la tercera trama incluye la indicación de al menos una de las orientaciones de salida de la primera trama o la orientación de llegada de la segunda trama; y medios para procesar la tercera trama en base a la determinación.
- 50 13. Un programa informático que comprende instrucciones para hacer que al menos un ordenador realice los pasos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando se ejecuta.

55

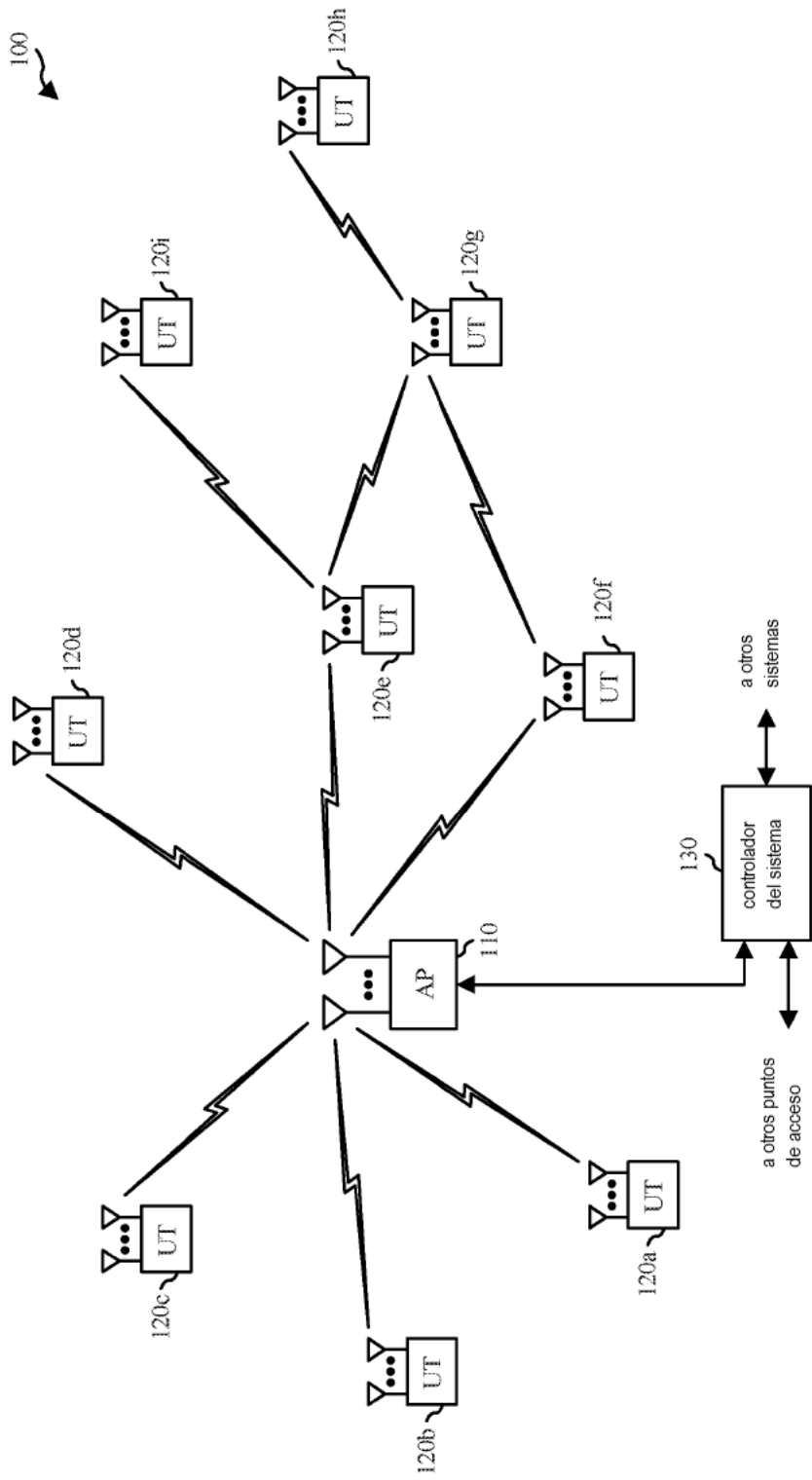


FIG. 1

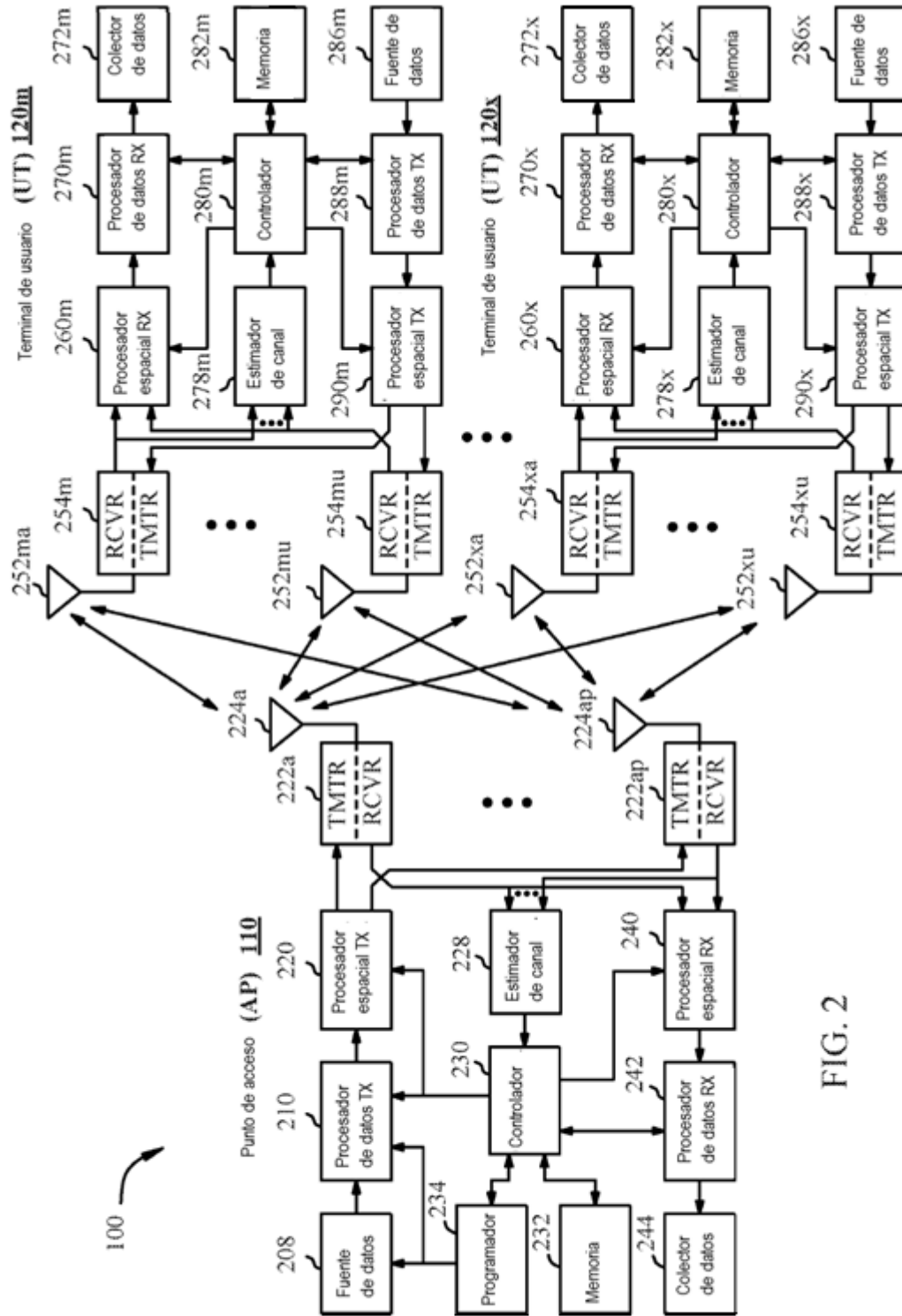


FIG. 2

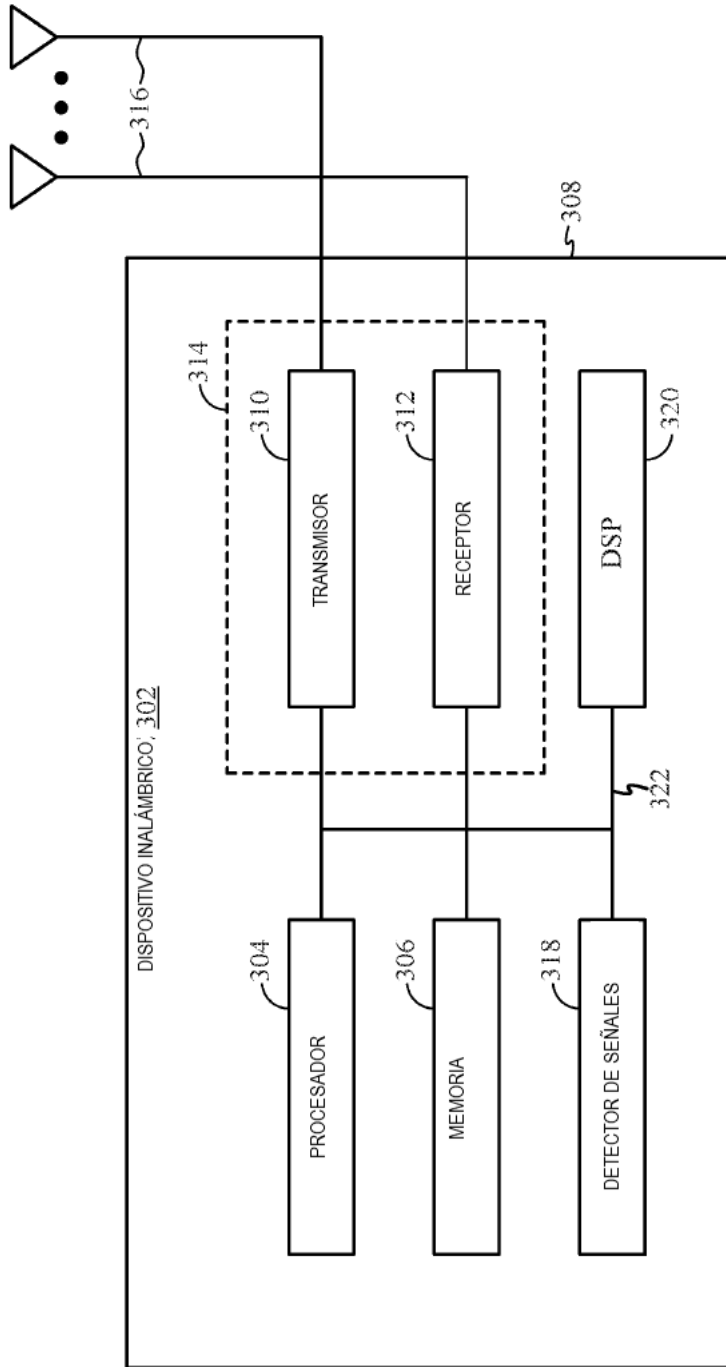


FIG. 3

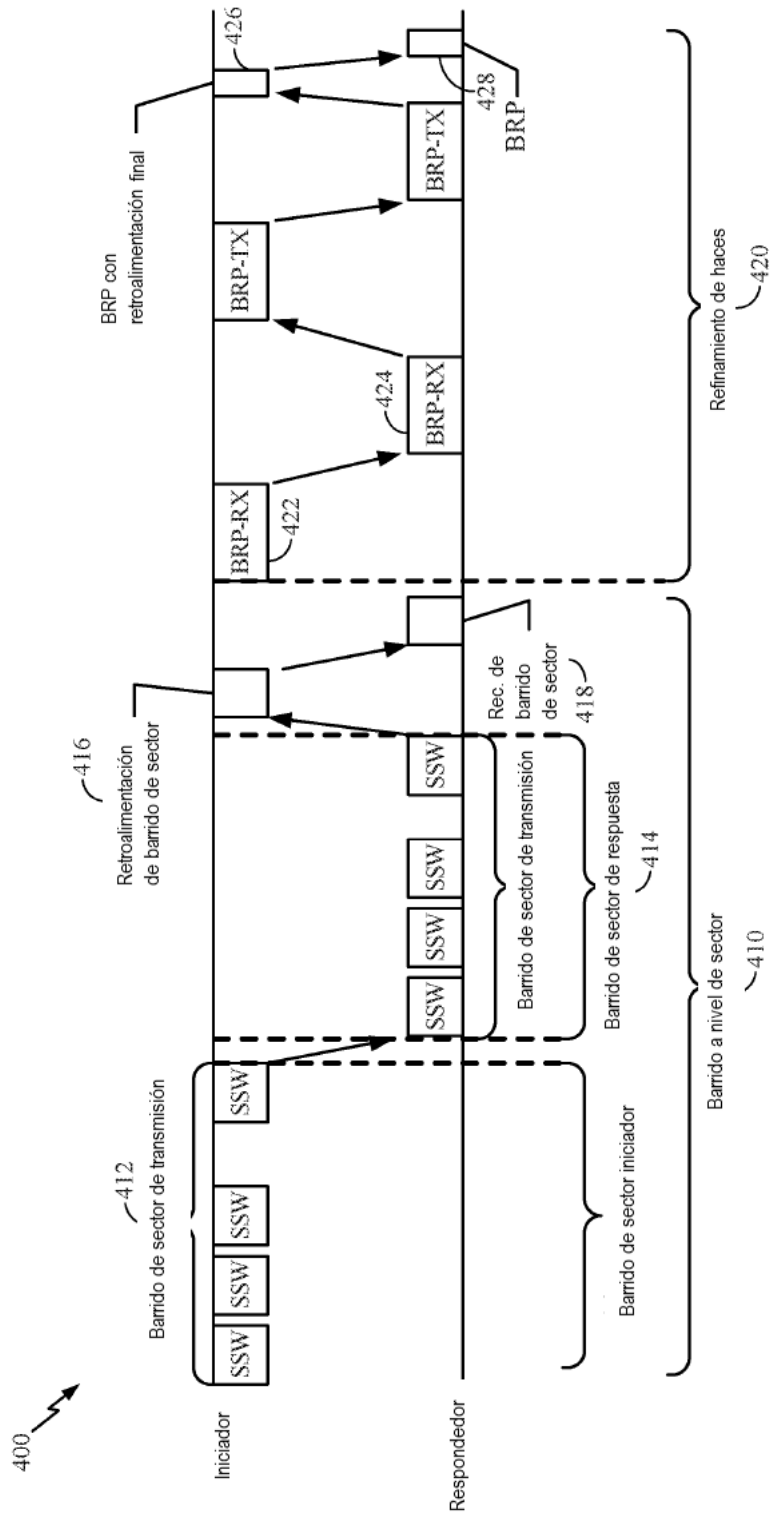


FIG. 4

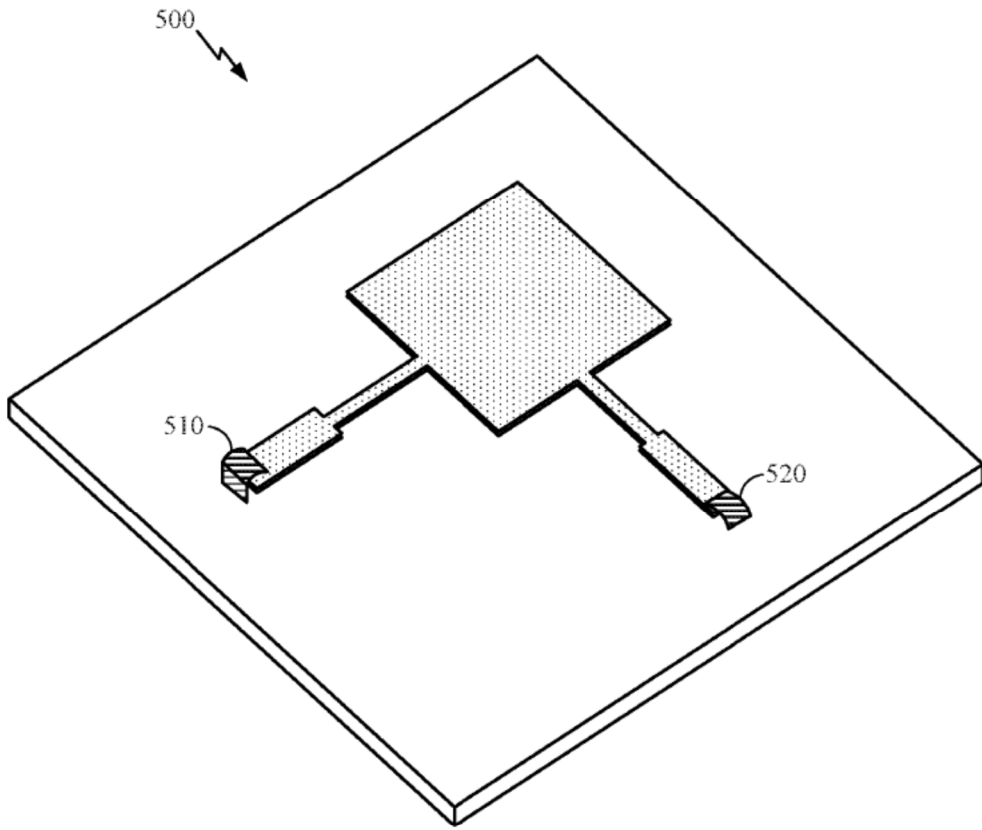


FIG. 5

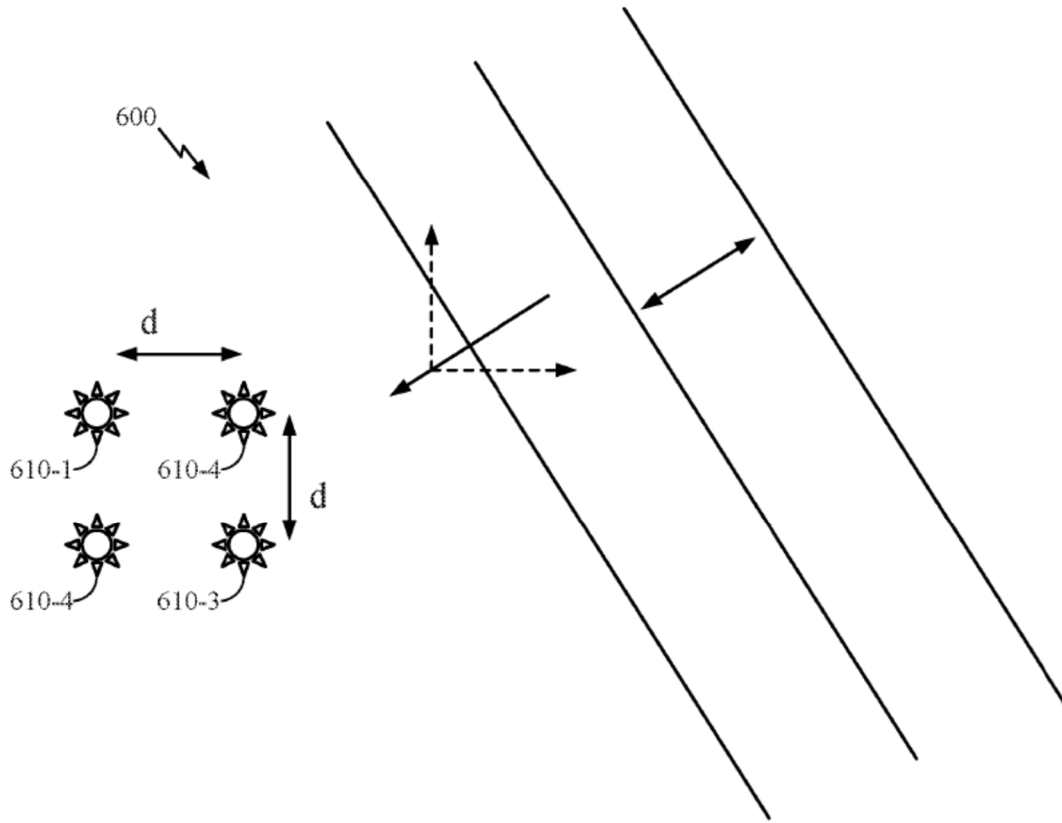


FIG. 6

700 ↘

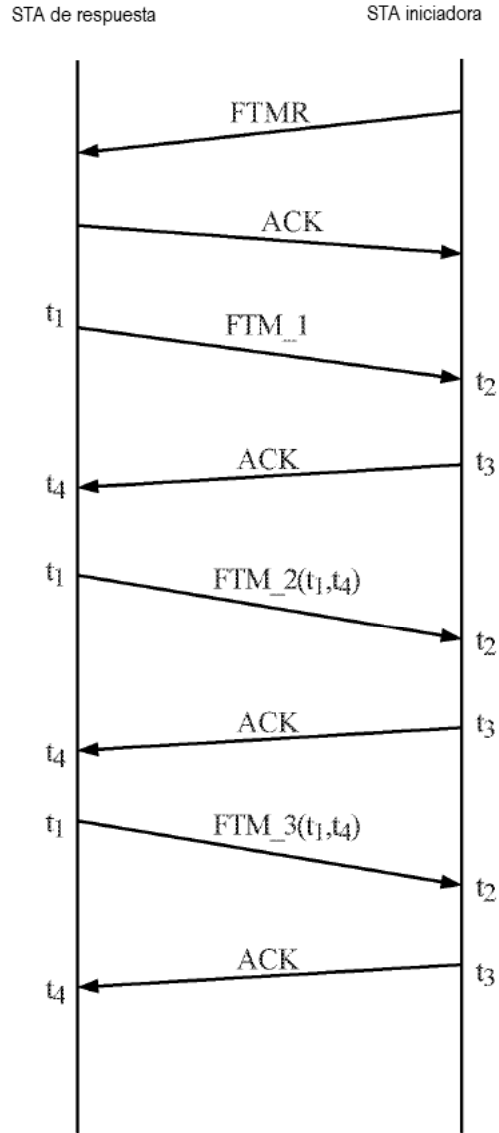


FIG. 7

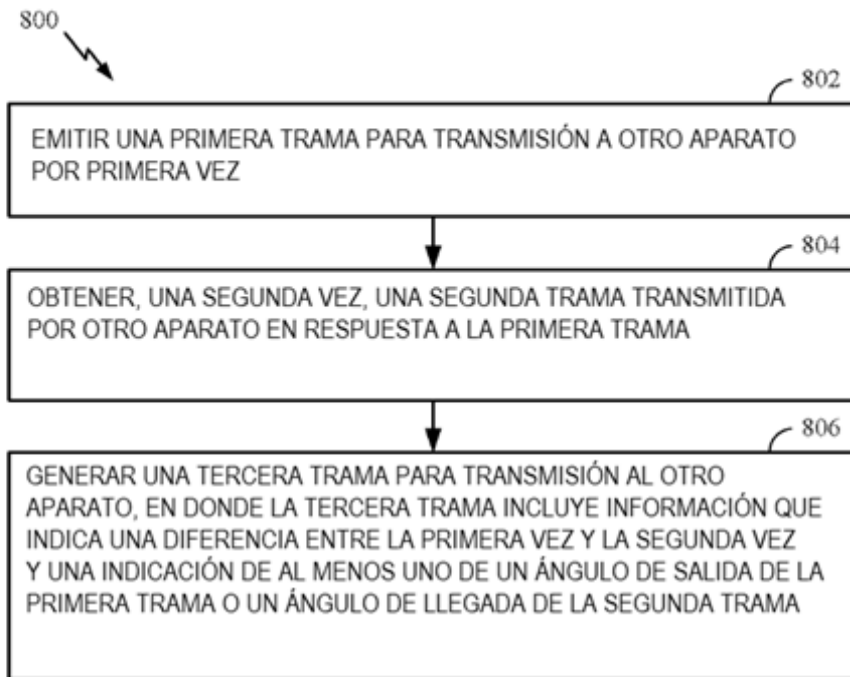


FIG. 8

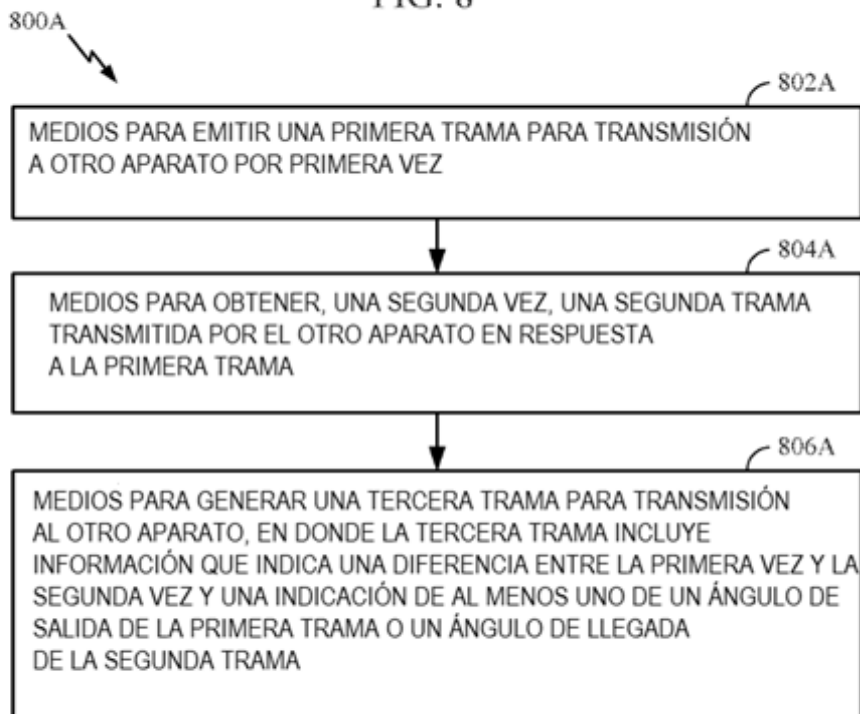


FIG. 8A

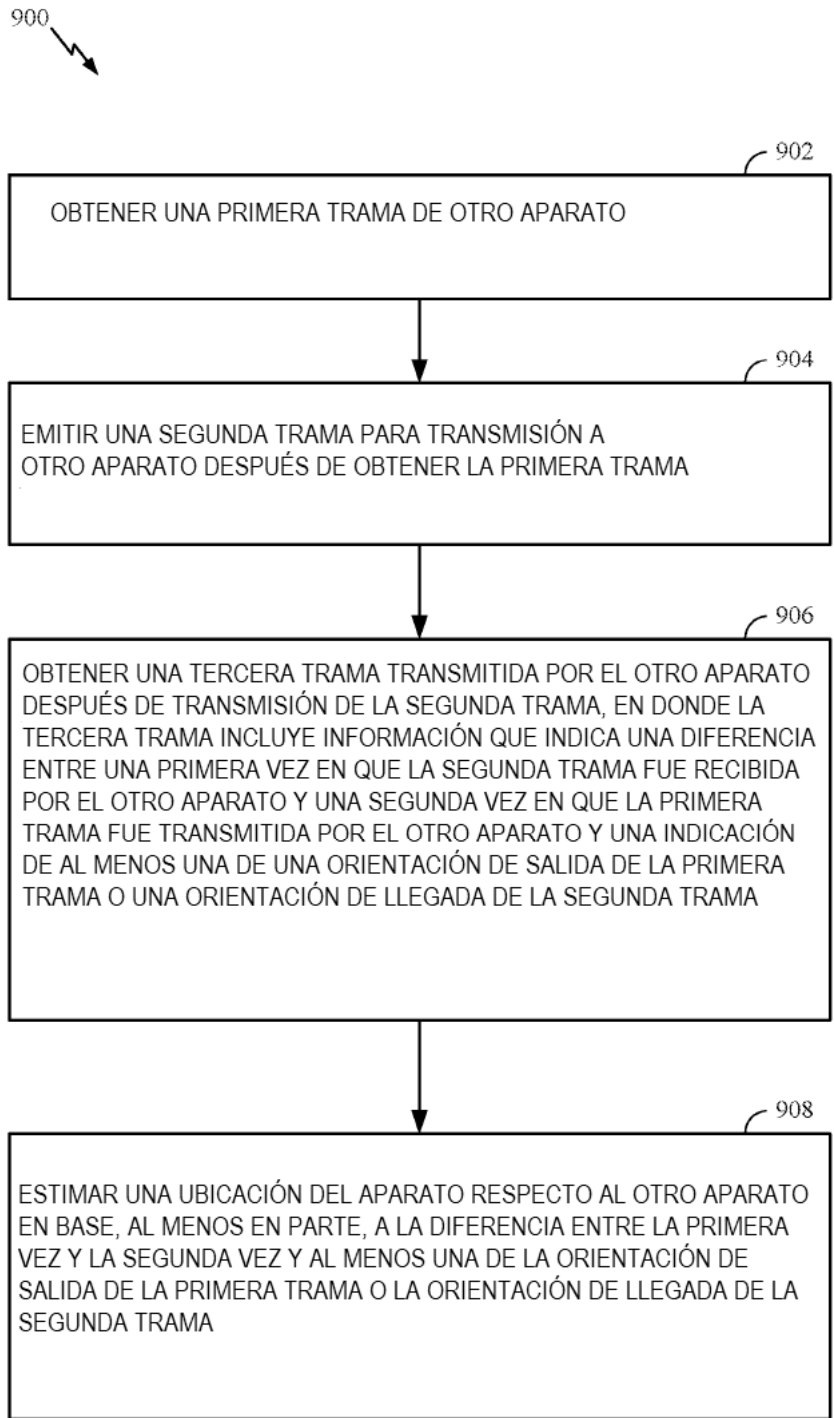


FIG. 9

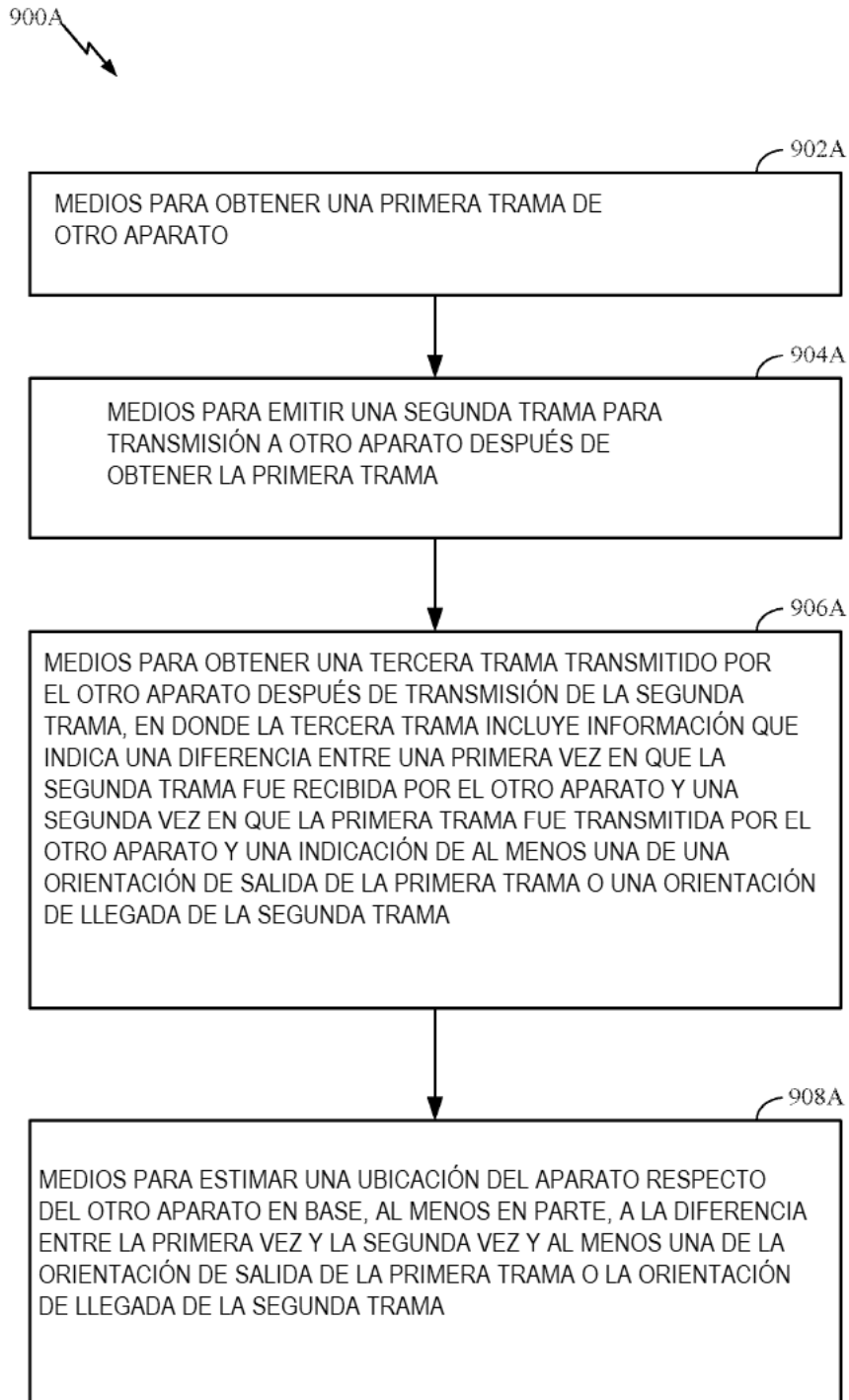


FIG. 9A

1000 ↘

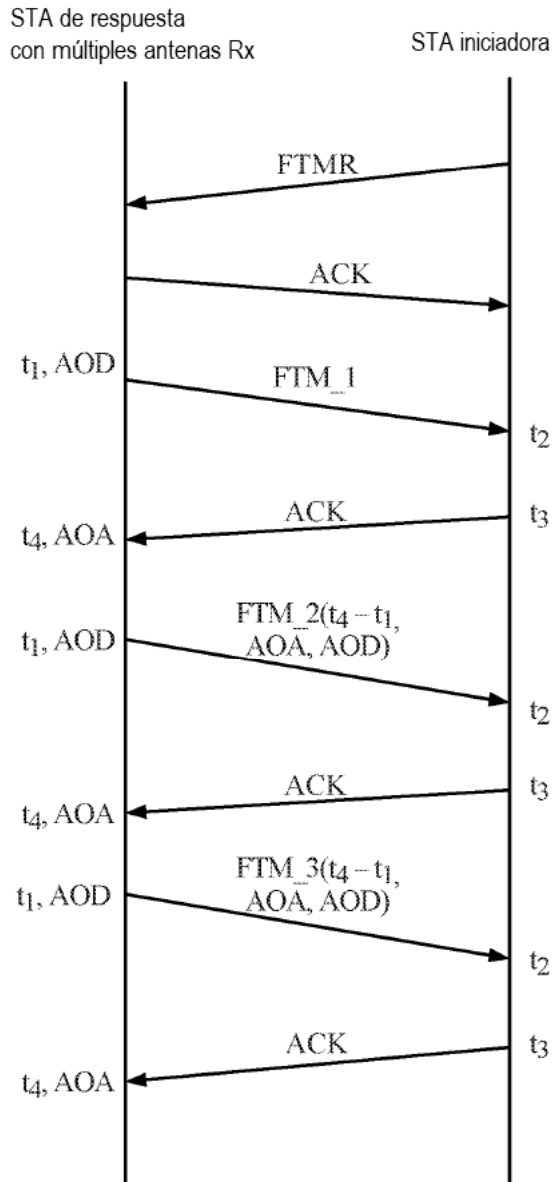


FIG. 10

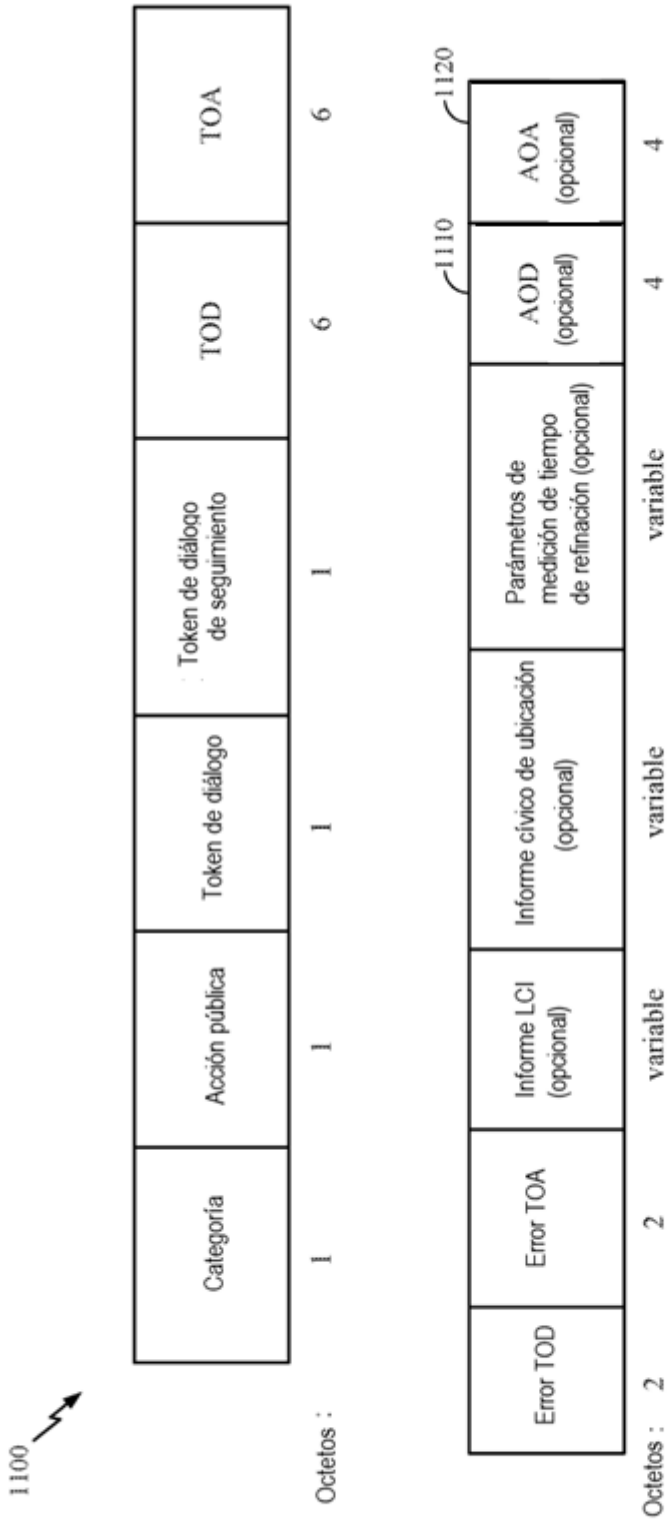


FIG. 11

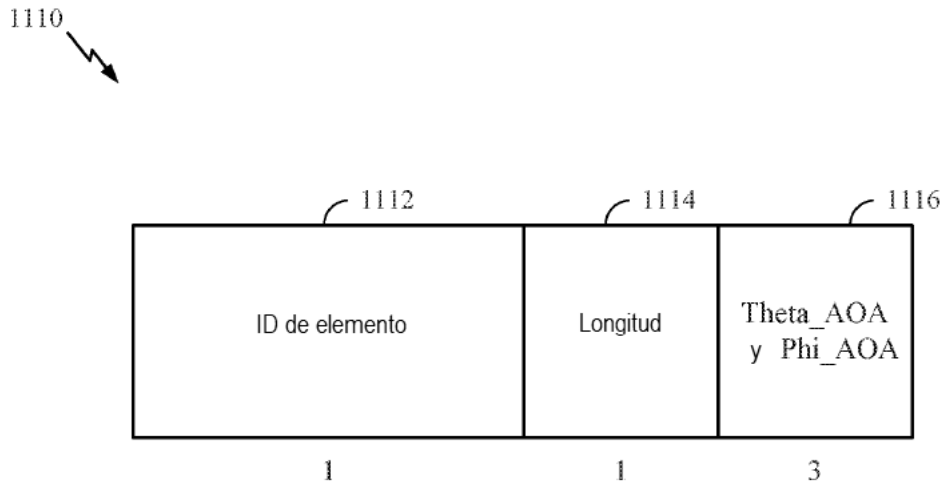


FIG. 12

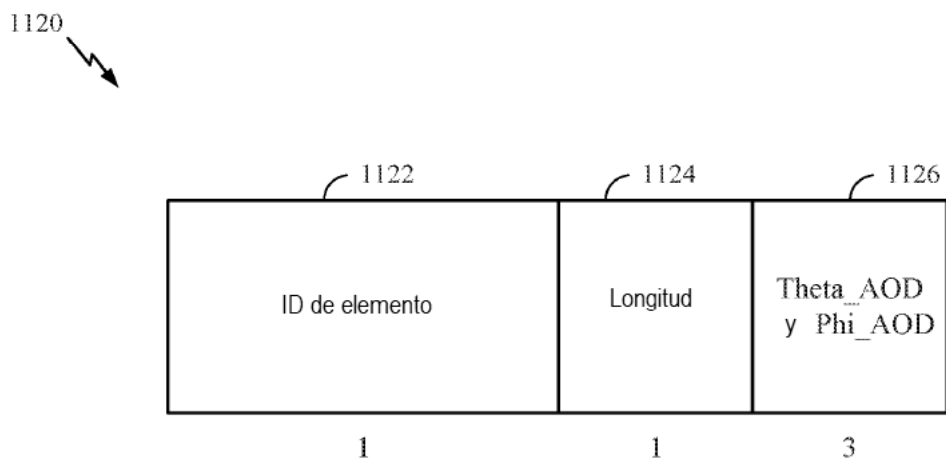


FIG. 13

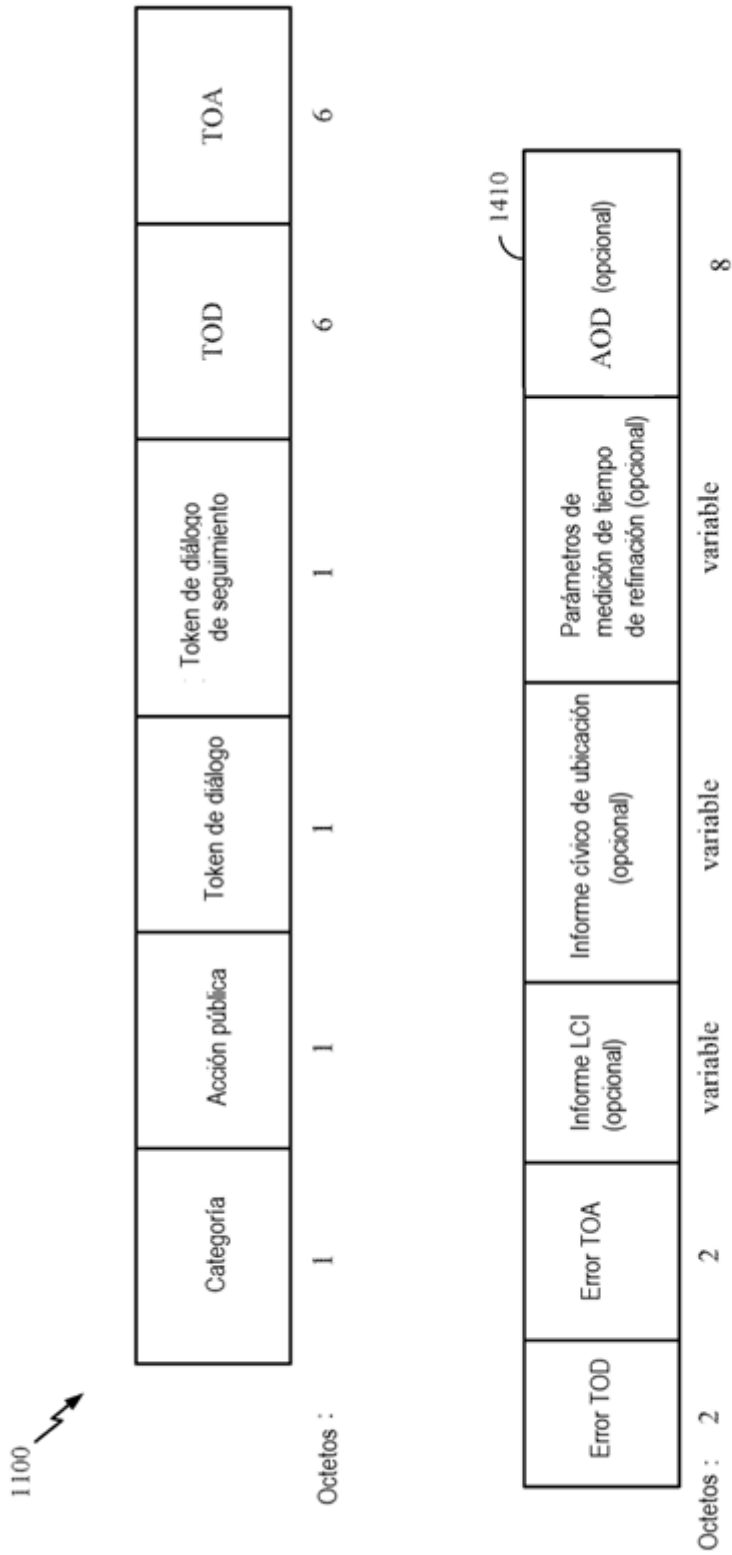


FIG. 14

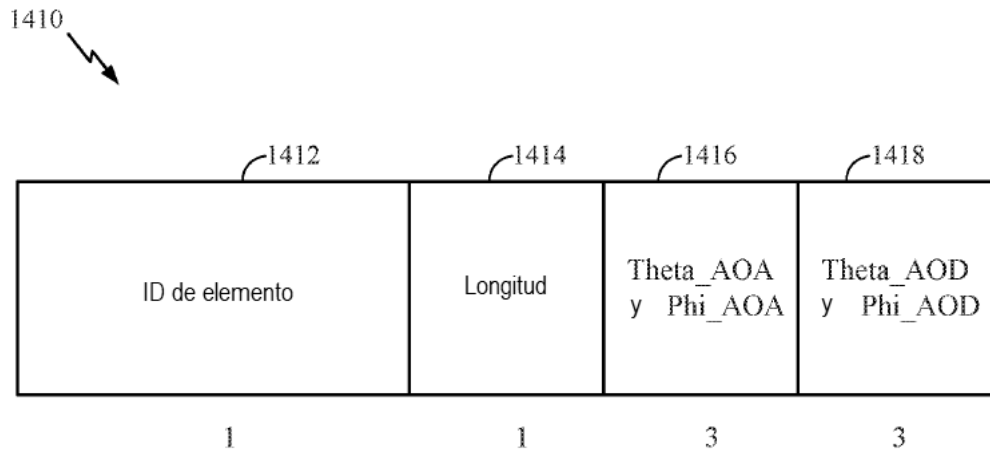


FIG. 15