

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 225**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2009 E 11006580 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2387162**

54 Título: **Procedimiento y aparato de formación de haces de múltiple resolución en sistemas mimo**

30 Prioridad:

17.03.2008 US 37139 P

16.03.2009 US 404994

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

07.05.2015

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714 , US

72 Inventor/es:

LAKKIS, ISMAIL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 225 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

Procedimiento y aparato de formación de haces de múltiple resolución en sistemas mimo

Reivindicación de prioridad según 35 U.S.C. §119

5 La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos con N° de Serie 61/037.139, que tiene el N° de Expediente del Mandatario 082841P1, presentada el 17 de marzo de 2008 y cedida al cesionario de la misma.

Campo técnico

Ciertos aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a comunicación inalámbrica y, más particularmente, a formación de haces de una señal de transmisión.

10 Antecedentes

Una Capa Física (PHY) de banda ultra-ancha (UWB) de modo dual que soporta portadora única y modulación por Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) puede emplear un modo común. La UWB PHY puede usarse para comunicaciones de onda milimétrica (por ejemplo, con frecuencia de portadora de 60 GHz). El modo común es un modo de portadora única usado para tanto dispositivos de portadora única como de OFDM para balizamiento, señalización de control de red y comunicaciones de datos de velocidad base. El modo común es típicamente necesario para interoperabilidad entre diferentes dispositivos y diferentes redes.

15 Las comunicaciones de onda milimétrica pueden emplear también formación de haces en una o más antenas para proporcionar tanto diversidad espacial como ganancias de conjunto. Una multitud de configuraciones de antenas tal como elemento de antena única, antenas sectorizadas, antenas conmutadas y conjuntos de antenas de 1 dimensión (1-D) y 2 dimensiones (2-D) pueden soportar formación de haces. La formación de haces convencional, tal como formación de haces de Eigen, requiere matrices de información de estado de canal o matrices de formación de haces para realimentar al conjunto de transmisión. La norma del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.11n especifica información de realimentación que incluye tamaños de fila y columna de matrices de realimentación, tamaño de agrupamiento de subportadora (por ejemplo, tamaño de grupo), tamaño de bit de cuantificación y un conjunto de elementos de datos cuantificados reales que inician desde el índice de subportadora más bajo al índice de subportadora más alto. Para el fin de formación de haces que emplean matrices de precodificación, la información de realimentación puede reducirse sustituyendo contenidos de la matriz de formación de haces con índices de un libro de códigos de matriz de precodificación.

20 Se consideran dos tipos de protocolos de formación de haces: una formación de haces bajo demanda y una formación de haces pro-activa. La formación de haces bajo demanda puede usarse entre dos dispositivos (DEV) o entre un controlador de piconet (PNC) y un dispositivo (DEV) y puede aparecer en un periodo de asignación de tiempo de canal (CTA) asignado al DEV para el fin de formación de haces. La formación de haces pro-activa puede usarse cuando el PNC es una fuente de datos para uno o múltiples DEV. Este protocolo puede permitir a múltiples DEV entrenar sus propias antenas receptoras para recepción preferida desde el PNC con una sobrecarga inferior.

30 Se consideran dos criterios de capacidad de optimización de formación de haces: una conmutación de haz (orientación) y criterio de rastreo (BST) adecuado para todas las configuraciones de antena, y opción de estimación y rastreo de patrón (PET) para conjuntos de antenas lineales de 1-D y conjuntos de antenas planares de 2-D. Todos los DEV que soportan el procedimiento PET pueden soportar el criterio de BST. El criterio de PET puede usarse únicamente si los dos DEV que forman un enlace de comunicación lo soportan. El BST está basado en seleccionar el haz preferido desde un conjunto de haces dado, mientras que el PET está basado en encontrar el haz preferido anterior y vectores de combinator (es decir, pesos de antena) que no caen necesariamente en un conjunto de direcciones de haz dadas.

Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de procedimientos para conseguir eficazmente criterios de capacidad de optimización de formación de haces.

45 Se llama la atención al documento WO 01/78254 que se refiere a un procedimiento y sistema para transmitir una señal de transmisión desde un conjunto de antenas a unos medios de recepción de un sistema de comunicación inalámbrico, en el que se realiza una medición de calidad de señal en los medios de recepción para antenas o haces predeterminados de dicho conjunto de antenas basándose en una información de realimentación obtenida desde la medición de calidad de señal, se seleccionan al menos dos de las antenas o haces predeterminados del conjunto de antenas. Las antenas o haces seleccionados se usan para transmitir dicha señal de transmisión de acuerdo con una diversidad de transmisión o esquema de formación de haces.

Sumario

De acuerdo con la presente invención se proporciona un procedimiento y aparato de comunicaciones inalámbricas, como se expone en las reivindicaciones 1, 4, 8 y 13. Las realizaciones de la invención se reivindican en las

reivindicaciones dependientes.

5 Ciertos aspectos proporcionan un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye generalmente recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, obtener, desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, una dirección de transmisión preferida, y proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación de la dirección de transmisión preferida al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un segundo conjunto de direcciones de transmisión.

10 Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente un receptor para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, un circuito para obtener, desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, una dirección de transmisión preferida y un circuito para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación de la dirección de transmisión preferida al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un segundo conjunto de direcciones de transmisión.

15 Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente medios para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, medios para obtener, desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, una dirección de transmisión preferida y medios para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación de la dirección de transmisión preferida al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un segundo conjunto de direcciones de transmisión.

20 Ciertos aspectos proporcionan un producto de programa informático de comunicaciones inalámbricas. El producto de programa informático incluye un medio legible por ordenador codificado con instrucciones ejecutables para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, obtener, desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, una dirección de transmisión preferida, y proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación de la dirección de transmisión preferida al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un segundo conjunto de direcciones de transmisión.

30 Ciertos aspectos proporcionan un punto de acceso. El punto de acceso incluye generalmente al menos una antena, un receptor para recibir mediante la al menos una antena señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, un circuito para obtener, desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, una dirección de transmisión preferida y un circuito para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación de la dirección de transmisión preferida al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un segundo conjunto de direcciones de transmisión.

35 Ciertos aspectos proporcionan un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye generalmente transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una primera dirección de transmisión preferida obtenida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando un segundo conjunto de direcciones de transmisión, en el que el segundo conjunto de direcciones de transmisión se obtiene desde la primera dirección de transmisión preferida, recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una segunda dirección de transmisión preferida obtenida desde el segundo conjunto de direcciones de transmisión, y usar la al menos una segunda dirección preferida de transmisión para comunicar con el dispositivo.

45 Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente un circuito para transmitir señales de transmisión a un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, un circuito para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una primera dirección de transmisión preferida obtenida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, un circuito para transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando un segundo conjunto de direcciones de transmisión, en el que el segundo conjunto de direcciones de transmisión se obtiene desde la al menos una primera dirección de transmisión preferida, un circuito para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una segunda dirección de transmisión preferida obtenida desde el segundo conjunto de direcciones de transmisión, y un circuito para usar la al menos una segunda dirección preferida de transmisión para comunicar con el dispositivo.

55 Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente medios para transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, medios para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una primera dirección de transmisión preferida obtenida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, medios para transmitir señales de transmisión al dispositivo usando un segundo conjunto de direcciones de transmisión, en el que el segundo conjunto de direcciones de transmisión se obtiene desde la al menos una primera dirección de transmisión preferida, medios para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una segunda dirección de transmisión preferida obtenida desde el segundo conjunto de direcciones de transmisión, y medios para usar la al menos una segunda dirección preferida de transmisión para comunicar con el dispositivo.

Ciertos aspectos proporcionan un producto de programa informático de comunicaciones inalámbricas. El producto de programa informático incluye un medio legible por ordenador codificado con instrucciones ejecutables para transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una primera dirección de transmisión preferida obtenida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando un segundo conjunto de direcciones de transmisión, en el que el segundo conjunto de direcciones de transmisión se obtiene desde la al menos una primera dirección de transmisión preferida, recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos una segunda dirección de transmisión preferida obtenida desde el segundo conjunto de direcciones de transmisión; y usar la al menos una segunda dirección preferida de transmisión para comunicar con el dispositivo.

Ciertos aspectos proporcionan un punto de acceso. El punto de acceso incluye generalmente al menos una antena, un circuito para transmitir mediante la al menos una antena señales de entrenamiento a un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión, un circuito para recibir mediante la al menos una antena, desde el dispositivo, una indicación de al menos una primera dirección de transmisión preferida obtenida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión, un circuito para transmitir mediante la al menos una antena señales de entrenamiento al dispositivo usando un segundo conjunto de direcciones de transmisión, en el que el segundo conjunto de direcciones de transmisión se obtiene desde la al menos una primera dirección de transmisión preferida, un circuito para recibir mediante la al menos una antena, desde el dispositivo, una indicación de al menos una segunda dirección de transmisión preferida obtenida desde el segundo conjunto de direcciones de transmisión, y un circuito para usar la al menos una segunda dirección preferida de transmisión para comunicar con el dispositivo.

Ciertos aspectos proporcionan un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye generalmente recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un conjunto de sectores, obtener, desde el conjunto de sectores, al menos un sector preferido, proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un sector preferido al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un conjunto de direcciones de transmisión relacionadas a sectores, recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido, obtener, desde el al menos un conjunto de haces, al menos un haz preferido, y proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un haz preferido al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona usando el al menos un sector preferido, y en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente un circuito para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un conjunto de sectores, un circuito para obtener, desde el conjunto de sectores, al menos un sector preferido, un circuito para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un sector preferido al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un conjunto de direcciones de transmisión relacionadas a sectores, un circuito para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde el dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido, un circuito para obtener, desde el al menos un conjunto de haces, al menos un haz preferido, y un circuito para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un haz preferido al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona usando el al menos un sector preferido, y en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente medios para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un conjunto de sectores, medios para obtener, desde el conjunto de sectores, al menos un sector preferido, medios para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un sector preferido al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un conjunto de direcciones de transmisión relacionadas a sectores, medios para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde el dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido, medios para obtener, desde el al menos un conjunto de haces, al menos un haz preferido, y medios para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un haz preferido al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona usando el al menos un sector preferido, y en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

Ciertos aspectos proporcionan un procedimiento de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye generalmente transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un conjunto de sectores, recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos un sector preferido obtenido desde el conjunto de sectores, transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido, recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos un haz preferido obtenido desde el al menos un conjunto de haces, y usar el al menos un haz preferido para comunicar con el dispositivo, y en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el

que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

5 Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente un circuito para transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un conjunto de sectores, un circuito para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos un sector preferido obtenido desde el conjunto de sectores, un circuito para transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido, un circuito para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos un haz preferido obtenido desde el al menos un conjunto de haces, y un circuito para usar el al menos un haz preferido para comunicar con el dispositivo, y en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

15 Ciertos aspectos proporcionan un aparato de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye generalmente medios para transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un conjunto de sectores, medios para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos un sector preferido obtenido desde el conjunto de sectores, medios para transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido, medios para recibir, desde el dispositivo, una indicación de al menos un haz preferido obtenido desde el al menos un conjunto de haces, y medios para usar el al menos un haz preferido para comunicar con el dispositivo, y en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

Breve descripción de los dibujos

25 De modo que la manera en la que las características anteriormente indicadas de la presente invención puedan entenderse en detalle, puede hacerse una descripción más particular, brevemente resumida anteriormente, por referencia a aspectos, algunos de los que se ilustran en los dibujos adjuntos. Se ha de indicar, sin embargo, que los dibujos adjuntos ilustran únicamente ciertos aspectos típicos de esta divulgación y por lo tanto no deben considerarse limitantes de su alcance, para la descripción pueden admitir a otros aspectos igualmente eficaces.

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrico de ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

30 La Figura 2 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un Sistema de Antenas Asimétrico (AAS) de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 4 ilustra una terminología de formación de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

35 La Figura 5 ilustra haces organizados en grupos de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 6 ilustra operaciones de ejemplo desde una perspectiva del receptor para formación de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 6A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 6.

40 La Figura 7 ilustra operaciones de ejemplo para actualizar vectores de formación de haces y de combinación de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 7A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 7.

Las Figuras 8A-8C ilustran cuatro, seis y ocho patrones de haces, respectivamente para un conjunto de antenas de cuatro elementos de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

45 La Figura 9A ilustra un patrón de haces que comprende seis patrones de haces generados mediante un conjunto de seis elementos unidimensionales de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 9B ilustra un par de patrones de haces de sectores de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 10 ilustra una estructura de elemento de información (IE) de capacidad de formación de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

50 La Figura 11 ilustra operaciones de ejemplo para una formación de haces de múltiple resolución de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

- La Figura 11A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 11.
- La Figura 12 ilustra operaciones de ejemplo para entrenamiento de nivel de sector de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 12A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 12.
- 5 La Figura 13 ilustra operaciones de ejemplo para determinar sectores preferidos en un Sistema de Antenas Asimétrico (AAS) de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 13A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 13.
- Las Figuras 14A-14D ilustran estructuras de trama usadas para determinar sectores preferidos en el AAS de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- 10 La Figura 15 ilustra operaciones de ejemplo para determinar sectores preferidos en un Sistema de Antenas Simétrico (SAS) de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 15A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 15.
- Las Figuras 16A-16B ilustran estructuras de trama usadas para determinar sectores preferidos en el SAS de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- 15 La Figura 17 ilustra ejemplo de un par de grupos que comprende una pluralidad de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 18 ilustra operaciones de ejemplo para dividir sectores preferidos en grupos de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 18A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 18.
- 20 La Figura 19 ilustra operaciones de ejemplo para entrenamiento de nivel de haz de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 19A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 19.
- La Figura 20 ilustra operaciones de ejemplo para determinar haces preferidos en el AAS de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- 25 La Figura 20A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 20.
- Las Figuras 21A-21D ilustran estructuras de trama usadas para determinar haces preferidos en el AAS de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 22 ilustra operaciones de ejemplo para determinar haces preferidos en el SAS de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- 30 La Figura 22A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 22.
- Las Figuras 23A-23B ilustran estructuras de trama usadas para determinar haces preferidos en el SAS de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 24 ilustra operaciones de ejemplo para rastreo de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- 35 La Figura 24A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 24.
- La Figura 25 ilustra una estructura de paquete de datos con capacidad de rastreo de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 26 ilustra operaciones de ejemplo desde una perspectiva del transmisor para formación de haces de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- 40 La Figura 26A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 26.
- La Figura 27 ilustra operaciones de ejemplo desde una perspectiva del transmisor para determinar direcciones de transmisión preferidas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.
- La Figura 27A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 27.
- La Figura 28 ilustra operaciones de ejemplo desde una perspectiva del receptor para determinar direcciones de

transmisión preferidas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación.

La Figura 28A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones ilustradas en la Figura 28.

Descripción detallada

5 Diversos aspectos de la divulgación se describen más completamente en lo sucesivo con referencia a los dibujos adjuntos. Esta divulgación puede, sin embargo, realizarse en muchas formas diferentes y no debería interpretarse como limitada a alguna estructura o función específica presentada a lo largo de toda esta divulgación. En su lugar, estos aspectos se proporcionan de modo que esta divulgación sea minuciosa y completa, y transmitirá completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la materia. Basándose en las enseñanzas en el presente documento un experto en la materia debería apreciar que el alcance de la divulgación pretende cubrir cualquier aspecto de la divulgación desvelado en el presente documento, implementado independientemente de o combinado con cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, puede implementarse un aparato o puede ponerse en práctica un procedimiento usando cualquier número de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la divulgación pretende cubrir un aparato o procedimiento de este tipo que se pone en práctica usando otra estructura, funcionalidad o estructura y funcionalidad además de o distinto de los diversos aspectos de la divulgación expuesta en el presente documento. Debería entenderse que cualquier aspecto de la divulgación desvelado en el presente documento puede realizarse mediante uno o más elementos de una reivindicación.

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

Por consiguiente, aunque los aspectos de la presente divulgación son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, se muestran a modo de ejemplo aspectos ejemplares específicos de los mismos en los dibujos y se describirán en el presente documento en detalle. Debería entenderse, sin embargo, que no hay intento de limitar la divulgación a las formas particulares desveladas, sino al contrario, la divulgación pretende cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la divulgación. Los números similares pueden hacer referencia a elementos similares a lo largo de toda la descripción de las figuras.

Debería indicarse también que en algunas implementaciones alternativas, las funciones/actos indicados en los bloques pueden aparecer fuera del orden indicado en los diagramas de flujo. Por ejemplo, dos bloques mostrados en serie pueden de hecho ejecutarse sustancialmente de manera concurrente o los bloques pueden en ocasiones ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad y procedimientos implicados.

UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO DE EJEMPLO

Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbricos de banda ancha, incluyendo sistemas de comunicación que están basados en una transmisión de portadora única o una Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM). Los aspectos desvelados en el presente documento pueden ser ventajosos para sistemas que emplean señales de Banda Ultra Ancha (UWB) incluyendo señales de onda milimétrica, en los que puede conseguirse una formación de haces usando un modo común, es decir, usando una portadora única. Sin embargo, la presente divulgación no pretende limitarse a tales sistemas, ya que otras señales codificadas pueden beneficiarse de ventajas similares.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema 100 de comunicación inalámbrico en el que pueden emplearse aspectos de la presente divulgación. El sistema 100 de comunicación inalámbrico puede ser un sistema de comunicación inalámbrico de banda ancha. El sistema 100 de comunicación inalámbrico puede proporcionar comunicación para un número de celdas 102, cada una de las cuales se sirve mediante una estación 104 base. Una estación 104 base puede ser una estación fija que comunica con terminales 106 de usuario. La estación 104 base puede como alternativa denominarse como un controlador de picored (PNC), un punto de acceso, un Nodo B o alguna otra terminología.

La Figura 1 representa diversos terminales 106 de usuario dispersados a lo largo de todo el sistema 100. Los terminales 106 de usuario pueden ser fijos (es decir, estacionarios) o móviles. Los terminales 106 de usuario pueden como alternativa denominarse como estaciones remotas, terminales de acceso, terminales, unidades de abonado, estaciones móviles, estaciones, equipo de usuario, etc. Los terminales 106 de usuario pueden ser dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos celulares, asistentes digitales personales (PDA), dispositivos portátiles, módems inalámbricos, ordenadores portátiles, ordenadores personales, etc.

Puede usarse una diversidad de algoritmos y procedimientos de transmisiones en el sistema 100 de comunicación inalámbrico entre las estaciones 104 base y los terminales 106 de usuario. Por ejemplo, pueden enviarse y recibirse señales entre las estaciones 104 base y los terminales 106 de usuario de acuerdo con técnicas de UWB. Si este es el caso, el sistema 100 de comunicación inalámbrico puede denominarse como un sistema de UWB.

Un enlace de comunicación que facilita transmisión desde una estación 104 base a un terminal 106 de usuario

puede denominarse como un enlace descendente 108 (DL), y un enlace de comunicación que facilita la transmisión desde un terminal 106 de usuario a una estación 104 base puede denominarse como un enlace ascendente 110 (UL). Como alternativa, un enlace descendente 108 puede denominarse como un enlace directo o un canal directo, y un enlace ascendente 110 puede denominarse como un enlace inverso o canal inverso.

5 Una celda 102 puede dividirse en múltiples sectores 112. Un sector 112 es un área de cobertura física en una celda 102. Las estaciones 104 base en un sistema 100 de comunicación inalámbrico pueden utilizar antenas que concentran el flujo de la potencia en un sector 112 particular de la celda 102. Tales antenas pueden denominarse como antenas direccionales.

10 La Figura 2 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo 202 inalámbrico que pueden emplearse en el sistema 100 de comunicación inalámbrico. El dispositivo 202 inalámbrico es un ejemplo de un dispositivo que puede configurarse para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. El dispositivo 202 inalámbrico puede ser una estación 104 base o un terminal 106 de usuario.

15 El dispositivo 202 inalámbrico puede incluir un procesador 204 que controla la operación del dispositivo 202 inalámbrico. El procesador 204 puede denominarse también como una unidad de procesamiento central (CPU). La memoria 206, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 204. Una porción de la memoria 206 puede incluir también memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 204 realiza típicamente operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas en la memoria 206. Las instrucciones en la memoria 206 pueden ejecutarse para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

20 El dispositivo 202 inalámbrico puede incluir también un alojamiento 208 que puede incluir un transmisor 210 y un receptor 212 para permitir transmisión y recepción de datos entre el dispositivo 202 inalámbrico y una localización remota. El transmisor 210 y el receptor 212 pueden combinarse en un transceptor 214. Una única o una pluralidad de antenas 216 de transmisión pueden unirse al alojamiento 208 y acoplarse eléctricamente al transceptor 214. El dispositivo 202 inalámbrico puede incluir también (no mostrado) múltiples transmisores, múltiples receptores y
25 múltiples transceptores.

El dispositivo 202 inalámbrico puede incluir también un detector 218 de señal que puede usarse en un esfuerzo para detectar y cuantificar el nivel de señales recibidas mediante el transceptor 214. El detector 218 de señal puede detectar tales señales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo 202 inalámbrico puede incluir también un procesador 220 de señales digitales (DSP)
30 para uso al procesar señales.

Los diversos componentes del dispositivo 202 inalámbrico pueden acoplarse juntos mediante un sistema 222 de bus, que puede incluir un bus de potencia, un bus de señal de control y un bus de señal de estado además de un bus de datos.

MODELO DE SISTEMA DE FORMACIÓN DE HACES

35 Un transceptor que emplea la misma antena o antenas para tanto transmisión como recepción, mientras que un canal de multitrayectoria a otro transceptor es recíproco, se denomina como un Sistema de Antenas Simétrico (SAS). Un transceptor que emplea un conjunto de antenas para transmisión y otro conjunto de antenas para recepción o el canal de multitrayectoria para otro transceptor no es recíproco se denomina como un Sistema de Antenas Asimétrico (AAS). La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques del AAS. Un primer transceptor 302 emplea
40 M_T antenas de transmisión y M_R antenas de recepción. Un segundo transceptor 304 emplea N_T antenas de transmisión y N_R antenas de recepción.

El modelo de canal $H_{1 \rightarrow 2}$ puede usarse para expresar el entorno de propagación cuando el primer transceptor 302 transmite señales al segundo transceptor 304. De manera similar, el modelo de canal $H_{2 \rightarrow 1}$ puede expresar el entorno de propagación cuando el transceptor 304 transmite señales recibidas mediante el transceptor 302. Los
45 modelos de canal pueden usarse para expresar cualquiera de las posibles configuraciones de antena que pueden emplearse en la técnica relacionada. Adicionalmente, los modelos de canal pueden usarse para expresar diferentes protocolos de transmisión. En un aspecto de la presente divulgación, la señalización de OFDM con un prefijo cíclico y una transformada rápida de Fourier (FFT) de N subportadoras puede emplear el mismo modelo de canal que una transmisión que es de Portadora Única (SC) con un prefijo cíclico que tiene una longitud de ráfaga de N . En tales
50 casos, es típico suponer que el prefijo cíclico es más largo que cualquier retardo de multitrayectoria ensanchado entre cualquier par de elementos de antena de transmisión-recepción.

Un flujo de símbolo de OFDM o ráfaga de SC $x(t)$ generada en el primer transceptor 302 puede expresarse como:

$$x(t) = \sum_{k=0}^{N-1} s_k \delta(t - kT_c), \quad (1)$$

donde T_c es una duración de muestra (o segmento), y s_k representa los datos complejos. El flujo de símbolos puede modularse mediante un vector de formación de haces de pesos $\mathbf{w} = [w_{1,1}, w_{1,2}, \dots, w_{1,MT}]^T$ antes de comenzar a transmitirse en un canal de comunicación.

5 Un canal de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) puede expresarse mediante una Información de Estado de Canal (CSI) de dominio de frecuencia a un *enésimo* intervalo de frecuencia arbitraria tal como:

$$\mathbf{H}_{1 \rightarrow 2}(n) \in C^{M_T \times N_R}, \quad (2)$$

$$\mathbf{H}_{1 \rightarrow 2}(n) = \begin{bmatrix} h_{1,1}^{1 \rightarrow 2}(n) & h_{1,2}^{1 \rightarrow 2}(n) & \dots & h_{1,N_R}^{1 \rightarrow 2}(n) \\ h_{2,1}^{1 \rightarrow 2}(n) & h_{2,2}^{1 \rightarrow 2}(n) & \dots & h_{2,N_R}^{1 \rightarrow 2}(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{M_T,1}^{1 \rightarrow 2}(n) & h_{M_T,2}^{1 \rightarrow 2}(n) & \dots & h_{M_T,N_R}^{1 \rightarrow 2}(n) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

10 donde los términos $h_{ij}(n)$ pueden incluir tanto filtrado de transmisión como de recepción, junto con la respuesta de impulso de canal entre la *j-ésima* antena de transmisión del primer transceptor 302 y la *i-ésima* antena de recepción del segundo transceptor 304, $j=1,2,\dots,MT$ e $i=1,2,\dots,N_R$.

Las señales recibidas en el segundo transceptor 304 pueden procesarse con un vector de combinación de pesos $\mathbf{c}_2 = [c_{2,1} \ c_{2,2} \ \dots \ c_{2,N_R}]^T$ para producir una señal de banda base combinada dada por:

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{c}_2^H \left[\sum s_k \delta(t - kT_c) \otimes \mathbf{H}_{1 \rightarrow 2}(t) \mathbf{w}_1 + \mathbf{b}(t) \right], \quad (4)$$

15 donde $\mathbf{b}(t)$ es un vector de ruido Gaussiano blanco aditivo (AWGN) a lo largo de antenas de recepción del segundo transceptor 304.

El modelo de canal discreto entre un transmisor 306 del primer transceptor y un receptor 310 del segundo transceptor puede expresarse mediante un canal de única entrada única salida (SISO) como:

$$\mathbf{y}_r = \mathbf{c}_2^H \sum_{k=0}^{L-1} \mathbf{H}_k s_{r-k} \mathbf{w}_1 + \mathbf{c}_2 \mathbf{b}_i = \sum_{k=0}^{L-1} p_k s_{r-k} + b_i', \quad (5)$$

20 donde $p_k = \mathbf{c}_2^H \mathbf{H}_k \mathbf{w}_1$ e i indican el índice de muestra (o segmento) en una muestra de OFDM (o una ráfaga de portadora única). El canal de SISO puede caracterizarse mediante una respuesta de frecuencia a intervalos de frecuencia $n = 0, 1, \dots, N-1$ dados por:

$$p_n = \mathbf{c}_2^H \mathbf{H}_{1 \rightarrow 2}(n) \mathbf{w}_1. \quad (6)$$

El modelo de señal recibida de frecuencia discreta puede representarse como:

$$\mathbf{Y}_n = \mathbf{P}_n \mathbf{S}_n + \mathbf{B}_n, \quad (7)$$

25 donde $[S_0, S_1, \dots, S_{N-1}]$ es el símbolo de datos de OFDM (o la FFT de la ráfaga de datos de SC), y $[B_0, B_1, \dots, B_{N-1}]$ es el vector de AWGN.

Un modelo de canal que expresa el canal entre un transmisor 312 del segundo transceptor 304 a un receptor 308 del primer transceptor 302 puede darse por:

$$\mathbf{Q}_n = \mathbf{c}_2^H \mathbf{H}_{2 \rightarrow 1}(n) \mathbf{w}_2. \quad (8)$$

30 Para tanto transmisiones de OFDM como de SC, la relación de señal a ruido (SNR) en la *enésima* subportadora ($n = 0, 1, \dots, N-1$) en ambas direcciones del AAS puede darse por:

$$SNR_n^{1 \rightarrow 2} = \frac{E_s |P_n|^2}{N_0} = \frac{E_s |\mathbf{c}_2^H \mathbf{H}_{1 \rightarrow 2}(n) \mathbf{w}_1|^2}{N_0}, \quad SNR_n^{2 \rightarrow 1} = \frac{E_s |Q_n|^2}{N_0} = \frac{E_s |\mathbf{c}_1^H \mathbf{H}_{2 \rightarrow 1}(n) \mathbf{w}_2|^2}{N_0}. \quad (9)$$

Un objetivo del diseño de sistema puede ser determinar vectores de formación de haces preferidos \mathbf{w}_1 y \mathbf{w}_2 , y vectores de combinación preferidos \mathbf{c}_1 y \mathbf{c}_2 que maximizan una SNR eficaz (ESNR) restringida por los alfabetos de vectores de pesos.

5 La ESNR puede definirse como un mapeo desde las SNR instantáneas de subportadoras dadas por la ecuación (9) a una SNR equivalente que tiene en cuenta una corrección de errores hacia delante (FEC) empleada en el sistema. Existen diversos procedimientos que pueden usarse para calcular la ESNR, tales como: cálculo de una media de SNR a través de una pluralidad de subportadoras, un procedimiento cuasi-estático tal como el comúnmente usado en el proyecto común de tecnologías inalámbricas de la 3ª generación 2 (3GPP2) y sistemas de comunicación 1xEV-DV/DO (Evolución de Datos y Vídeo/Datos Optimizados), una capacidad eficaz de mapeo (CESM) de relación de señal a ruido e interferencia (SINR) usada también en el 3GPP2 y los sistemas 1xEV-DV/DO, una técnica de CESM basada en una métrica convexa que puede emplearse en el 3GPP2 y los sistemas 1xEV-DV/DO, y un mapeo de SINR eficaz exponencial (EESM) usado en los sistemas del 3GPP2.

15 Pueden utilizarse diferentes procedimientos de cálculo de ESNR para los sistemas de SC y OFDM. Por ejemplo, un equalizador de SC basado en el mínimo error cuadrático medio (MMSE) típicamente tiene una ESNR que puede aproximarse mediante el promedio de las SNR a través de diferentes ráfagas. Sin embargo, OFDM puede tender a tener una ESNR que puede aproximarse mejor usando la media geométrica de las SNR a través de diferentes subportadoras. Los otros diversos procedimientos de cálculo de ESNR pueden configurarse adicionalmente para tener en cuenta parámetros adicionales, tales como FEC, imperfecciones de receptor y/o tasa de errores de bits (BER).

TERMINOLOGÍA DE FORMACIÓN DE HACES

25 Cuando se describe la formación de haces entre dos dispositivos, puede usarse la siguiente notación. Dos dispositivos que se comunican pueden denominarse como DEV1 y DEV2, por ejemplo, DEV1 puede ser un controlador de picored (PNC) y DEV2 puede ser una estación de abonado. El número de dispositivo d puede ser 1 para DEV1 y 2 para DEV2.

El término patrón cuasi-omni se refiere en general al patrón de resolución más baja que cubre un área muy extensa de una región de espacio de interés alrededor de un dispositivo (DEV). Un PNC puede cubrir la región de espacio de interés con un mínimo conjunto de patrones cuasi-omni posiblemente solapantes. Un tamaño de conjunto igual a uno puede indicar que el PNC puede cubrir la región espacial de interés con únicamente un patrón cuasi-omni, que indica que el PNC tiene capacidad omni. El número total de patrones de transmisión y de recepción cuasi-omni de interés para el número de DEV d puede indicarse como $f^{(d,t)}$ y $f^{(d,r)}$, respectivamente. Los patrones de transmisión y

de recepción cuasi-omni correspondientes pueden indicarse como $Q_n^{(d,t)}$ donde $n = 0, 1, \dots, f^{(d,t)} - 1$ para los patrones de transmisión y $Q_n^{(d,r)}$ donde $n = 0, 1, \dots, f^{(d,r)} - 1$ para los patrones de recepción. El par preferido de patrones de transmisión y recepción cuasi-omni para DEV d cuando se comunica con el otro DEV puede identificarse mediante los índices $f^{(d,t)}$ e $f^{(d,r)}$, respectivamente. Los patrones de transmisión y recepción cuasi-omni correspondientes

35 pueden indicarse como $Q_{f^{(d,t)}}^{(d,t)}$ y $Q_{f^{(d,r)}}^{(d,r)}$, respectivamente. Si ambos dispositivos son dispositivos SAS, los superíndices t y r pueden omitirse puesto que se utilizan los mismos conjuntos de antenas para tanto transmisión como recepción. La Figura 4A ilustra el ejemplo de dos patrones cuasi-omni Q_0 y Q_1 para el dispositivo SAS.

40 Como se usa en el presente documento, el término sector se refiere en general a un patrón de resolución de segundo nivel que cubre un área relativamente extensa de múltiples haces. Un sector puede cubrir un conjunto de haces consecutivos o no consecutivos y diferentes sectores pueden solapar. El número total de sectores de transmisión y recepción de interés para el número de DEV d puede indicarse como $J^{(d,t)}$ y $J^{(d,r)}$, respectivamente. Los sectores de transmisión y recepción correspondientes pueden indicarse como $S_n^{(d,t)}$ donde $n = 0, 1, \dots, J^{(d,t)} - 1$ para los sectores de transmisión, y $S_n^{(d,r)}$ donde $n = 0, 1, \dots, J^{(d,r)} - 1$ para los sectores de recepción. El par preferido de sectores de transmisión y recepción para el DEV d cuando comunica con el otro DEV puede identificarse mediante los índices $J^{(d,t)}$ y $J^{(d,r)}$, respectivamente. Los sectores de transmisión y recepción correspondientes pueden indicarse como $S_{J^{(d,t)}}^{(d,t)}$ y $S_{J^{(d,r)}}^{(d,r)}$, respectivamente. Si ambos dispositivos son dispositivos SAS, los superíndices t y r pueden omitirse. La Figura 4B ilustra el ejemplo de cuatro sectores solapantes S_0, S_1, S_2, S_3 para el dispositivo SAS.

50 Los sectores pueden dividirse en haces como un patrón de resolución de nivel superior. El número total de haces de transmisión y recepción de interés para el número de DEV d puede indicarse como $K^{(d,t)}$ y $K^{(d,r)}$, respectivamente. Los

haces de transmisión y recepción correspondientes pueden indicarse como $B_n^{(d,t)}$ donde $n = 0, 1, \dots, K^{(d,t)} - 1$ para los haces de transmisión, y $B_n^{(d,r)}$ donde $n = 0, 1, \dots, K^{(d,r)} - 1$ para los haces de recepción. El par preferido de haces de transmisión y recepción para DEV d cuando comunican con el otro DEV puede identificarse mediante los índices $k^{(d,t)}$ y $k^{(d,r)}$, respectivamente. Los haces de transmisión y recepción correspondientes pueden indicarse como $B_{k^{(d,t)}}^{(d,t)}$ y $B_{k^{(d,r)}}^{(d,r)}$, respectivamente. Si ambos dispositivos son dispositivos SAS, los superíndices t y r pueden omitirse. La Figura 4C ilustra un ejemplo de un conjunto de antenas lineal de 8 elementos con ocho haces B_0, B_1, \dots, B_7 para el dispositivo SAS.

Los haces pueden dividirse adicionalmente en haces de alta resolución (HRS) como el nivel de patrón de resolución más alto. El número total de haces de transmisión y recepción de HRS de interés para el número de DEV d puede indicarse como $L^{(d,t)}$ y $L^{(d,r)}$, respectivamente. Los haces de HRS de transmisión y recepción correspondientes pueden indicarse como $H_n^{(d,t)}$, donde $n = 0 : L^{(d,t)} - 1$ para los haces de HRS de transmisión, y $H_n^{(d,r)}$ donde $n = 0 : L^{(d,r)} - 1$ para los haces de HRS de recepción. El par preferido de haces de HRS de transmisión y recepción para DEV d cuando comunica con el otro DEV puede identificarse mediante los índices $l^{(d,t)}$ y $l^{(d,r)}$, respectivamente. Los haces de HRS de transmisión y recepción correspondientes pueden indicarse como $H_{l^{(d,t)}}^{(d,t)}$ y $H_{l^{(d,r)}}^{(d,r)}$, respectivamente. Si ambos dispositivos son dispositivos SAS, los superíndices t y r pueden omitirse. La Figura 4D ilustra un ejemplo de un conjunto de antenas lineal de 8 elementos con 16 haces de HRS H_0, H_1, \dots, H_{15} para el dispositivo SAS.

En general, la definición de múltiple resolución de patrones cuasi-omni, sectores, haces y patrones de HRS se hace una definición multi-nivel, donde cada nivel puede usar un conjunto de patrones de antena. Por lo tanto, los patrones cuasi-omni pueden representar un primer conjunto de patrones de antena, los sectores pueden representar un segundo conjunto de patrones de antena, los haces pueden representar un tercer conjunto de patrones de antena obtenidos preferentemente desde el segundo conjunto de patrones de antena, y los haces de HRS pueden representar un cuarto nivel de patrones de antena obtenidos preferentemente desde el tercer conjunto de patrones de antena.

Para un conjunto de antenas bidimensional (2-D) con K_x haces en el eje x y K_z haces en el eje z , los K_x haces a lo largo del eje x pueden identificarse mediante los índices cero a través de $K_x - 1$ en la dirección de aumento de ángulo polar y pueden corresponder uno a uno con los vectores de haces 0 a $K_x - 1$ desde el libro de códigos de haces x seleccionado. Los K_z haces a lo largo del eje z pueden identificarse mediante los índices cero a través de $K_z - 1$ en la dirección de aumento de ángulo polar y pueden corresponder uno a uno con los vectores de haces 0 a $K_z - 1$ desde el libro de códigos de haces z seleccionado. Esto se ilustra adicionalmente en la Figura 5 para un conjunto de antenas 2-D con ocho haces en cada dirección.

Como se usa en el presente documento, un grupo se refiere en general a un grupo de haces alrededor de un haz central. El concepto de agrupamiento se introduce para facilitar el rastreo de direcciones de haz preferidas o en el caso general para facilitar el rastreo de patrones de antena preferidos (direcciones). El número de grupos por sector o sectores puede dejarse al implementador. La Figura 5 ilustra ejemplos de grupos de diferentes tamaños. La codificación de grupo puede usarse para DEV que soportan la opción de estimación y rastreo de patrón (PET). Para DEV que implementan la opción de conmutación y orientación de haces, puede no requerirse soporte de codificación de grupo. Un grupo puede codificarse mediante un campo de 8 bits $c7c6c5c4c3c2c1c0$. Los primeros tres bits menos significativos, es decir, $c2c1c0$, pueden codificar los haces en la dirección de ángulo polar en referencia a la Figura 5, mientras que el segundo conjunto de tres bits, es decir, $c5c4c3$, puede codificar los haces en la dirección de ángulo de azimut. El último conjunto de dos bits, $c7c6$, puede especificar tres patrones de perforación 2-D diferentes, es decir, geometrías de grupo diferentes.

CALCULAR Y RASTREAR FORMACIÓN DE HACES Y VECTORES DE COMBINACIÓN PREFERIDOS

Ciertos aspectos de la presente divulgación pueden proporcionar para uno o más algoritmos de formación de haces configurados para seleccionar los vectores de formación de haces de pesos de antena (\mathbf{w}_1 y \mathbf{w}_2) y los vectores de combinación de pesos de antena (\mathbf{c}_1 y \mathbf{c}_2) que maximicen al menos un parámetro de calidad de señal, tal como una ESNR. En el caso general de AAS, el primer transceptor 302 puede transmitir información conocida al segundo transceptor 304, que a continuación obtiene matrices que caracterizan la información de estado de canal (CSI). Esto posibilita que se calculen estimaciones de \mathbf{w}_1 y \mathbf{c}_2 . El segundo transceptor 304 puede transmitir información conocida al primer transceptor 302 para proporcionar la CSI que permite que se calculen estimaciones de \mathbf{w}_2 y \mathbf{c}_1 . Algunos aspectos de la presente divulgación pueden emplear símbolos de datos conocidos, señales piloto u otra información de entrenamiento a transmitir para obtener la CSI. Aspectos alternativos de la presente divulgación pueden emplear procesamiento adaptativo ciego u otras técnicas que utilizan datos transmitidos desconocidos para obtener la CSI.

En el caso de AAS, pueden necesitarse utilizar ambas direcciones del enlace para estimar los vectores \mathbf{w}_1 , \mathbf{w}_2 , \mathbf{c}_2 , y \mathbf{c}_1 . En el caso de SAS, los vectores de formación de haces \mathbf{w}_1 y \mathbf{w}_2 y los vectores de combinación \mathbf{c}_2 y \mathbf{c}_1 en una dirección particular pueden ser iguales. Por lo tanto, $\mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_2$ y $\mathbf{c}_2 = \mathbf{c}_1$, y únicamente puede emplearse una dirección del enlace para calcular los vectores \mathbf{w}_1 , \mathbf{w}_2 , \mathbf{c}_2 , y \mathbf{c}_1 .

La Figura 6 ilustra operaciones 600 de ejemplo desde una perspectiva del receptor para formación de haces entre un primer transceptor y un segundo transceptor. Por ejemplo, un transceptor puede ser un controlador de picored (PNC) y el otro transceptor puede ser un dispositivo de abonado de picored. En 610, el segundo transceptor (o el segundo dispositivo) puede recibir un subconjunto de un libro de códigos de formación de haces desde el primer transceptor (o el primer dispositivo). En 620, el segundo dispositivo puede emplear un subconjunto de un libro de códigos de combinación para obtener una primera matriz de CSI, que puede usarse para estimar el vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_1 del primer dispositivo y el vector de combinación preferido \mathbf{c}_2 del segundo dispositivo.

Un libro de códigos es una matriz que comprende una o más columnas en el que cada columna indica un vector de formación de haces o un vector de combinación. Por lo tanto, cada columna puede corresponder a un patrón de haces particular y/o dirección de haz. Típicamente, el conjunto de columnas abarca el espacio entero (es decir, 360 grados).

En 630, puede estimarse y producirse el vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_1 y el vector de combinación preferido \mathbf{c}_2 . Debería apreciarse que las expresiones vector de formación de haces preferido y vector de combinación preferido indican estimaciones de valores preferidos, y la capacidad de optimización de tales estimaciones podría limitarse con respecto a una o más restricciones de procesamiento, incluyendo (pero sin limitación) pérdida de información debido a cuantificación, suposiciones de simplificación que sacrifican alguna exactitud y/o precisión para reducir complejidad computacional, y tiempo de procesamiento limitado, que puede limitar el número de cálculos iterativos. Pueden aplicarse también otras restricciones. Por ejemplo, en algunos aspectos de la presente divulgación, un vector de formación de haces y/o de combinación que da como resultado una métrica de calidad de señal por encima de un umbral predeterminado puede considerarse como el preferido con relación a un subconjunto de vectores disponibles. Por consiguiente, la expresión “vector de formación de haces preferido” puede ser equivalente a vector de formación de haces preferido, como se usa en el presente documento. De manera similar, la expresión “vector de combinación preferido” puede ser equivalente a vector de formación de haces preferido. La etapa 630 de estimación puede emplear cualquiera de diversos criterios de capacidad de optimización, tales como el EESM o la SNR media.

En 640, el vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_1 (y, opcionalmente, el vector de combinación preferido \mathbf{c}_2) pueden enviarse de vuelta al primer dispositivo. Para el AAS, pueden repetirse las etapas 610 a 640 en las que las designaciones de “primer dispositivo” y “segundo dispositivo” se intercambian. Por lo tanto, puede estimarse también un vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_2 y un vector de combinación preferido \mathbf{c}_1 . Para el SAS, $\mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_2$ y $\mathbf{c}_2 = \mathbf{c}_1$.

La Figura 26 ilustra operaciones 2600 de ejemplo desde una perspectiva del transmisor para formación de haces entre un primer transceptor y un segundo transceptor. En 2610, el primer transceptor (o el primer dispositivo) puede transmitir un subconjunto de un libro de códigos de formación de haces al segundo transceptor (o el segundo dispositivo). En 2620, una vez que se determina un vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_1 en el segundo dispositivo, el primer dispositivo puede recibir, como una realimentación desde el segundo dispositivo, el vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_1 . En 2630, el vector de formación de haces \mathbf{w}_1 puede usarse en el primer dispositivo para comunicar con el segundo dispositivo en una dirección de transmisión (por ejemplo, una dirección de haz) desde un conjunto de direcciones de transmisión.

La Figura 7 ilustra operaciones 700 de ejemplo para actualizar vectores de formación de haces y de combinación. En 710, puede recibirse un subconjunto de un libro de códigos de formación de haces en el segundo dispositivo a una velocidad inferior que la velocidad empleada durante las operaciones 610-640 de adquisición. En 720, el vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_1 y el vector de combinación preferido \mathbf{c}_2 pueden actualizarse. En 730, el vector de formación de haces actualizado \mathbf{w}_1 (y, opcionalmente, el vector de combinación actualizado \mathbf{c}_2) pueden realimentarse al primer dispositivo. Para el AAS, pueden repetirse las etapas 710 a 730, en las que las designaciones de “primer dispositivo” y “segundo dispositivo” se intercambian. Por lo tanto, las estimaciones para el vector de formación de haces preferido \mathbf{w}_2 y el vector de combinación preferido \mathbf{c}_1 pueden actualizarse también. Para el SAS, $\mathbf{w}_1 = \mathbf{w}_2$ y $\mathbf{c}_2 = \mathbf{c}_1$.

LIBROS DE CÓDIGOS DE FORMACIÓN DE HACES Y PATRONES DE HACES

Para un conjunto de antenas lineal espaciadas uniformemente con N elementos, el factor del conjunto puede definirse como:

$$A(\theta) = \sum_{n=1}^N w_n e^{j2\pi n(d/\lambda)\cos\theta}, \quad (10)$$

donde d es un espaciado entre elementos de conjunto, θ indica un ángulo desde el eje del conjunto lineal, λ es una longitud de onda, y w_n es un peso de elemento de conjunto del n ésimo elemento de conjunto. La directividad del conjunto de antenas puede darse por:

$$D = \frac{\max |A(\theta)|^2}{\mathbf{w}^H \cdot \mathbf{K} \cdot \mathbf{w}}, \quad (11)$$

donde

$$K_{n,m} = \frac{\sin[2\pi(d/\lambda)(n-m)]}{2\pi(d/\lambda)(n/m)}, \quad n, m = 0, 1, \dots, N-1. \quad (12)$$

La máxima directividad posible puede ser $D_{M\acute{a}x} = N$.

5 El factor de conjunto de un conjunto bidimensional puede darse como:

$$A(\theta, \phi) = \sum_{m=1}^{N_x} \sum_{n=1}^{N_z} w_{m,n} e^{j2\pi[m(d_x/\lambda)\sin\theta\cos\phi + n(d_z/\lambda)\sin\theta\sin\phi]}, \quad (13)$$

donde d_x indica un espaciado de conjunto a lo largo del eje x, d_z indica espaciado de conjunto a lo largo del eje z, N_x es un número de elementos a lo largo del eje x, N_z es un número de elementos a lo largo del eje z, y ϕ es un ángulo de rotación desde el eje x. Los pesos de antena, $w_{m,n}$ pueden expresarse como $w_{m,n} = w_{x,m} \cdot w_{z,n}$, donde $m=0:N_x-1$, y

10 $n=0:N_z-1$. Por lo tanto, una matriz de peso de antena puede expresarse mediante $\mathbf{W}_{xz} = \mathbf{w}_x \cdot \mathbf{w}_z^T$.

En un aspecto de la presente divulgación, pueden entrenarse conjuntos de antenas bidimensionales empleando palabras de código a lo largo del eje x y del eje z. El factor de conjunto de un conjunto bidimensional que es separable en componentes de conjunto unidimensionales (eje x y eje z) puede expresarse como

$$A(\theta, \phi) = A_x(\theta, \phi) \cdot A_z(\theta, \phi), \quad (14)$$

15 donde

$$A_x(\theta, \phi) = \sum_{n=1}^{N_x} w_{x,n} e^{j2\pi[m(d_x/\lambda)\sin\theta\cos\phi]}, \quad (15)$$

$$A_z(\theta, \phi) = \sum_{n=1}^{N_z} w_{z,n} e^{j2\pi[m(d_z/\lambda)\sin\theta\sin\phi]}. \quad (16)$$

20 Específicamente, para el fin de entrenamiento, pueden utilizarse libros de códigos bidimensionales obtenidos desde libros de códigos unidimensionales (por ejemplo, libros de códigos de eje x y eje z). Por ejemplo, un libro de códigos bidimensional $\mathbf{W}_{xz} \in C^{N_x \times N_z}$ puede expresarse usando un libro de códigos para conjuntos de antenas unidimensionales a lo largo del eje x, $\mathbf{w}_x \in C^{N_x \times 1}$ y un libro de códigos para conjuntos de antena unidimensionales a lo largo del eje z, $\mathbf{w}_z \in C^{N_z \times 1}$. Por ejemplo, pueden calcularse pesos de antenas bidimensionales desde los pesos de antena del eje x y del eje z, tal como:

$$w_{m,n} = w_{x,m} \cdot w_{z,n} \text{ para } m = 0 : N_x - 1 \text{ y } n = 0 : N_z - 1 \quad (17)$$

25 Ciertos aspectos de la presente divulgación pueden soportar generar y/o emplear libros de códigos de haces y libros de códigos de sectores. Un libro de códigos de haces, como se usa en el presente documento, indica un libro de códigos en el que el número de haces puede ser mayor que o igual al número de antenas. Un libro de códigos de sectores, como se usa en el presente documento, indica un libro de códigos cuasi-omni que comprende un número de haces que puede ser menor que el número de antenas.

30 Para ciertos aspectos de la presente divulgación en los que se emplean libros de códigos de haces para entrenar, puede ser suficiente emplear un par de libros de códigos de haces unidimensionales en lugar de un libro de códigos bidimensional. En un aspecto de la presente divulgación, una matriz de libro de códigos de haces para N antenas y M haces puede expresarse como:

$$W(n, m) = j^{\text{fix}\left[\frac{n \times \text{mod}(m+(M/2), M)}{(M/4)}\right]} \text{ para } n = 0 : N-1 \text{ y } m = 0 : M-1 \quad (18)$$

en el que $\text{fix}(\cdot)$ es una función que devuelve la parte entera de su argumento. En un aspecto alternativo, la función $\text{fix}(\cdot)$ puede sustituirse con una función $\text{round}(\cdot)$ que redondea su argumento al entero más cercano. Debería apreciarse que pueden emplearse fórmulas y funciones alternativas para calcular elementos de una matriz de libro de códigos de haces, y que los aspectos descritos en el presente documento pretenden ilustrar ejemplos, no limitaciones, de la divulgación reivindicada.

La Figura 8A ilustra cuatro patrones 801-804 de haces generados mediante un conjunto lineal de cuatro elementos que corresponde a la siguiente matriz de libro de códigos:

$$W = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ -1 & -j & +1 & +j \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ -1 & +j & +1 & -j \end{bmatrix} \quad (19)$$

La Figura 8B ilustra seis patrones 811-816 de haces generados mediante un conjunto lineal de cuatro elementos que emplea la siguiente matriz de libro de códigos:

$$W = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ -1 & -1 & -j & +1 & +1 & +j \\ +1 & +j & -1 & +1 & +j & -1 \\ -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Un beneficio de emplear los patrones de haces ilustrados en la Figura 8B es que si el conjunto de cuatro elementos está en un modo de recepción y la dirección de señal recibida más intensa es de 45° , el patrón 813 de haces (y por lo tanto, la ganancia del conjunto) puede conseguir el máximo en la dirección de la señal recibida más intensa. Si se emplearan los cuatro patrones de haces en la Figura 8A, la señal recibida más intensa puede llegar entre los patrones 801 y 802 de haces donde la ganancia del conjunto es muy baja.

El mismo conjunto de cuatro elementos puede emplear libros de códigos alternativos que le posibilitan generar otros patrones de haces. Por ejemplo, la Figura 8C ilustra ocho patrones 821-828 de haces generados mediante un conjunto lineal de cuatro elementos que emplea la siguiente matriz de libro de códigos:

$$W = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ -1 & -1 & -j & -j & +1 & +1 & +j & +j \\ +1 & +j & -1 & -j & +1 & +j & -1 & -j \\ -1 & -j & +j & -1 & +1 & +j & -j & +1 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Los conjuntos de antenas pueden emplear una diversidad de libros de códigos que proporcionan números variables de patrones de haces para proporcionar diferentes resoluciones angulares. En un aspecto de la presente divulgación, el entrenamiento puede emplear en primer lugar un haz de baja resolución (es decir, grueso) seguido por haces de alta resolución (es decir, estrechos). En algunos aspectos, un haz grueso puede comprender una pluralidad de haces estrechos.

Cuando se emplean libros de códigos de haces para entrenamiento de conjuntos bidimensionales, pueden emplearse libros de códigos de haces para conjuntos unidimensionales del eje x y del eje z para calcular el libro de códigos de haces para el conjunto bidimensional. Si el libro de códigos del eje x comprende K_x haces y el libro de códigos del eje z comprende K_z haces, entonces el conjunto bidimensional tiene $K_x \cdot K_z$ haces.

Para ciertos aspectos de la presente divulgación en los que se emplean libros de códigos de sectores, las matrices de libro de códigos de sectores para N antenas (donde N es número par) y $M = N/2$ sectores puede darse por:

$$W(n, m) = \begin{cases} (-j)^{\text{mod}(n,2)} & m = 0 \\ (-1)^{\text{fix}\left[\frac{n \times \text{mod}(m+(M/2),M)}{(M/2)}\right]} & n = 0 : N-1 \quad m = 1 : M-1 \end{cases}, \quad (22)$$

5 en el que cada sector puede comprender dos haces de un libro de códigos de haces que tiene N haces. Aspectos alternativos de la presente divulgación pueden proporcionar variaciones a fórmulas y funciones usadas para generar matrices de libro de códigos de sectores. Por ejemplo, la función *fix*(·) en la ecuación (22) puede sustituirse con una función *round*(·). Pueden realizarse otras variaciones de acuerdo con aplicaciones y aspectos alternativos, y como se apreciará por los expertos en la materia.

10 La Figura 9A ilustra un patrón de haces que comprende seis patrones 901-906 de haces generados mediante un conjunto de seis elementos unidimensionales. Pueden generarse patrones de haces de sectores combinando pares de haces. Por ejemplo, un primer sector puede comprender los patrones 901 y 904 de haces, un segundo sector puede comprender los patrones 902 y 905 de haces y un tercer sector puede comprender los patrones 903 y 906 de haces. Por lo tanto, los sectores pueden comprender patrones de haces adyacentes o no adyacentes. Adicionalmente, los sectores pueden solapar.

La Figura 9B ilustra un par de patrones 911 y 912 de haces de sector para un conjunto de antenas de seis elementos lineal. Un libro de códigos de dos sectores correspondiente puede darse por:

$$W = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \\ -j & -j \\ -1 & +1 \\ +1 & +1 \\ -1 & +1 \end{bmatrix}. \quad (23)$$

15 En aspectos alternativos de la presente divulgación, puede proporcionarse también los libros de códigos de sectores para el caso cuando $M \neq N/2$.

CRITERIOS DE CAPACIDAD DE OPTIMIZACIÓN DE FORMACIÓN DE HACES

20 Se proponen dos criterios de capacidad de optimización de formación de haces en la presente divulgación: un criterio de conmutación de haces (orientación) y rastreo (BST) adecuado para todas las configuraciones de antenas, y criterio de estimación y rastreo de patrón (PET) adecuado únicamente para conjuntos de antenas lineales unidimensionales (1-D) y conjuntos de antenas planares bidimensionales (2-D). Todos los dispositivos (DEV) que soportan el enfoque PET pueden soportar también el BST. El PET puede usarse únicamente si ambos DEV que forman un enlace de comunicación soportan este criterio particular.

25 El criterio de BST puede ser independiente de la configuración de antena utilizada, es decir, puede aplicarse el BST con antenas conmutadas, antenas sectorizadas y conjuntos de antenas que emplean transmisión/recepción de múltiple entrada múltiple salida (MIMO). Es importante indicar que el BST no requiere ningún conocimiento acerca de un libro de código usado mediante un dispositivo (DEV) particular, es decir, un DEV2 no necesita conocer el libro de códigos usado por un DEV1, y el DEV2 no necesita conocer cuántas antenas usa el DEV. Por lo tanto, el BST representa el criterio de formación de haces que funciona con cualquier configuración de antena y con cualquier cantidad de información disponible acerca de otro DEV. El criterio de BST está basado en seleccionar un conjunto preferido de patrones en cada nivel de formación de haces, así como en rastrear un patrón preferido durante una fase de rastreo. Por otro lado, el criterio PET está basado en encontrar el haz preferido anterior y vectores de combinator (es decir, pesos de antena) que no caen necesariamente en un conjunto dado de patrones de haces.

35 PROTOCOLOS DE FORMACIÓN DE HACES

Ciertos aspectos de la presente divulgación soportan dos protocolos de formación de haces: un protocolo de formación de haces bajo demanda y un protocolo de formación de haces pro-activa. La formación de haces bajo demanda puede tener lugar en un periodo de asignación de tiempo de canal (CTAP) asignado a un DEV. Un DEV1 puede reservar un CTAP para el uso especial de adquisición de formación de haces con otro dispositivo DEV2. En la formación de haces pro-activa, el entrenamiento de nivel de sector puede tener lugar en la sección de entrenamiento de sector de una parte de baliza de una súper-trama. El número de sectores en un DEV puede especificarse, por ejemplo, en el elemento de información (IE) de capacidad de formación de haces, como se ilustra en la Figura 10. El DEV puede enviar su IE de capacidad de formación de haces a un controlador de picored (PNC) durante o después

de un procedimiento de asociación. El PNC puede difundir el IE de capacidad de formación de haces o puede retransmitirlo a cualquier otro dispositivo que desee comunicar con el DEV. El intercambio de mensajes después del entrenamiento de nivel de sector y del entrenamiento de nivel de haz puede tener lugar en el CTAP de formación de haces asignado al PNC y al DEV.

5 En el caso de formación de haces bajo demanda, el DEV1 puede solicitar un periodo de servicio (SP) para realizar formación de haces con DEV2. El SP puede asignarse con un índice de flujo especial. La asignación de SP junto con las capacidades de formación de haces de DEV1 y DEV2 pueden difundirse en el Elemento de Información (IE) de capacidad de formación de haces. Un ejemplo de la estructura del IE de capacidad de formación de haces se ilustra en la Figura 10.

10 El IE de capacidad de formación de haces puede especificar el número de omni-direcciones y sectores en tanto dispositivos de transmisión como de recepción. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, si el campo "Nº de direcciones C-omni de Tx" es igual a 1, entonces un dispositivo puede ser capaz de omni en transmisión. También, si el campo "Nº de direcciones C-omni de Rx" es igual a 1, entonces el dispositivo puede ser capaz de omni en recepción. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, si el campo "Tipo de conjunto de antenas" es igual a 0 entonces puede utilizarse una antena conmutada, si el campo de "Tipo de conjunto de antenas" es igual a 1 entonces pueden usarse antenas sectorizadas, si este campo es igual a 2 entonces puede usarse conjunto de antenas lineales 1-D con espaciado de antena de una mitad de la longitud de onda, y si este campo es igual a 3 entonces puede usarse conjunto de antenas planares 2-D con espaciado de antena de una mitad de la longitud de onda. El valor 4 del campo "Tipo de conjunto de antenas" puede no especificarse, mientras que los valores 5-7 pueden reservarse.

El IE de capacidad de formación de haces puede comprender información acerca de un máximo número de niveles de formación de haces de los que es capaz cada dispositivo. El IE de capacidad de formación de haces puede especificar también un número de antenas de transmisión y recepción en tanto dispositivos de transmisión como de recepción. El campo "PET" del IE de capacidad de formación de haces puede indicar que el procedimiento de estimación y rastreo de patrón basándose en libros de códigos puede necesitar usarse para formación de haces. El soporte de rastreo puede proporcionarse también, como se ilustra en la Figura 10.

FORMACIÓN DE HACES DE MÚLTIPLE RESOLUCIÓN

Un conjunto de transmisor bidimensional que tiene, por ejemplo, $8 \times 8 = 64$ elementos transmitiría típicamente 64 secuencias de entrenamiento en 64 direcciones diferentes especificadas mediante 8×8 libros de códigos de formación de haces. Un conjunto de receptor bidimensional que tiene, por ejemplo, $6 \times 6 = 36$ elementos recibirá cada una de las 64 transmisiones en 36 direcciones de combinación diferentes. Por lo tanto, se requieren $64 \times 36 = 2304$ secuencias de entrenamiento para identificar el par de haces de transmisión/recepción preferido. Este procedimiento puede tener latencia de procesamiento prohibitivamente grande. Ciertos aspectos de la presente divulgación soportan un procedimiento para formación de haces que emplea múltiples resoluciones que reduce la complejidad computacional y latencia de procesamiento de la formación de haces.

Para ciertos aspectos de la presente divulgación, el transmisor puede emplear una pluralidad de patrones de sector a lo largo de cada uno del eje x y del eje z. Cada patrón de sector puede comprender una pluralidad de patrones de haces de eje x y de eje z más estrechos. Una vez que se determina el patrón de sector preferido, puede determinarse el haz estrecho preferido en el sector. Por lo tanto, puede reducirse sustancialmente el número de secuencias de entrenamiento requeridas para identificar el par de haces de transmisión/recepción preferido.

La Figura 11 ilustra operaciones 1100 de ejemplo para la formación de haces de múltiple resolución. Antes del procedimiento de formación de haces, un primer dispositivo y un segundo dispositivo pueden intercambiar información de conjunto de antenas (no mostrado), tal como el número de antenas a lo largo del eje z, el número de antenas a lo largo del eje x, el número de sectores del primer dispositivo y del segundo dispositivo que se van a usar durante la adquisición aproximada, la identificación de libro de códigos (o número de haces) a usarse durante el entrenamiento de nivel de haz, y la identificación del libro de códigos (o número de haces de HRS) a usarse durante un procedimiento de rastreo. Adicionalmente, antes de cada procedimiento de formación de haces, es decir, anterior a cada sesión de datos, el primer dispositivo y el segundo dispositivo pueden intercambiar información acerca de un número de uno o más niveles de formación de haces a usarse para esa sesión de datos particular.

50 Como un caso ejemplar, un primer dispositivo (por ejemplo, un controlador de picored) y un segundo dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de abonado) ambos tienen conjunto lineal 1-D de ocho elementos y emplean la misma sectorización. Cuando el segundo dispositivo se asocia con el PNC, los dos dispositivos pueden intercambiar la siguiente información: número de antenas a lo largo del eje z $N_z = 8$, número de antenas a lo largo del eje x $N_x = 1$, número de sectores igual a dos, número de haces igual a ocho, número de haces de HRS para rastreo igual a 32, una información de agrupamiento tal como, por ejemplo, que un grupo comprende un haz que es igual a cuatro haces de HRS.

En 1110, de acuerdo con alguna métrica de calidad de señal, puede seleccionarse al menos un patrón de sector preferido para transmisión/recepción en el primer dispositivo y en el segundo dispositivo. Este procedimiento de

selección puede denominarse como un procedimiento de adquisición aproximada. Cada patrón de sector puede comprender una pluralidad de patrones de haces. Por ejemplo, puede identificarse uno o más sectores usados para transmisión como que proporcionan la mejor señal (como se mide mediante cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento) en un lado del receptor.

- 5 Los patrones de haces en cada sector seleccionado pueden agruparse en grupos. Por lo tanto, cada grupo puede comprender una pluralidad de patrones de haces adyacentes, que pueden residir a lo largo de tanto el eje x como del eje z, y cada sector comprende uno o más grupos. Los grupos pueden comprender haces en el sector que están seleccionados con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento.

- 10 En 1120, puede seleccionarse al menos un patrón de haces preferido para transmisión y para recepción en el primer dispositivo y en el segundo dispositivo. Este procedimiento de selección puede denominarse como el procedimiento de adquisición precisa, y puede comprender también selección de uno o más grupos preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Puede seleccionarse uno o más haces con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento (tal como la ESNR) y usarse para comunicaciones de datos. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, pueden seleccionarse
15 intencionadamente haces preferidos en grupos no adyacentes para proporcionar más de una trayectoria separada entre dispositivos de comunicación. Esto puede ser especialmente beneficioso cuando la dirección de haz preferida experimenta repentinamente pérdida de intensidad, y se requiere la trayectoria alternativa para mantener una calidad de señal.

- 20 En 1130, puede rastrearse al menos un patrón de haces preferido para transmisión y recepción en el primer dispositivo y en el segundo dispositivo. El rastreo puede emplear también libros de códigos de haces de HRS para haces que proporcionan resolución superior a la de los haces normales. Los haces de HRS pueden asignarse a cada grupo seleccionado y usarse para rastreo de baja velocidad. Cualquier combinación de criterio de rendimiento puede usarse para actualizar la selección de qué haz de HRS usar, y este procedimiento de re-evaluación puede realizarse periódicamente a una baja velocidad con relación a transmisiones de datos.

- 25 La Figura 27 ilustra operaciones de ejemplo desde una perspectiva del transmisor para determinar direcciones de transmisión preferidas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 2710, las señales de entrenamiento pueden transmitirse a un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión. En 2720, una indicación de al menos una primera dirección de transmisión preferida obtenida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión puede recibirse desde el dispositivo. En 2730, pueden transmitirse señales de
30 entrenamiento al dispositivo usando un segundo conjunto de direcciones de transmisión, en el que el segundo conjunto de direcciones de transmisión se obtiene desde la al menos una primera dirección de transmisión preferida. En 2740, una indicación de al menos una segunda dirección de transmisión preferida obtenida desde el segundo conjunto de direcciones de transmisión puede recibirse desde el dispositivo. En 2750, la al menos una segunda dirección preferida de transmisión puede usarse para comunicar con el dispositivo.

- 35 La Figura 28 ilustra operaciones de ejemplo desde una perspectiva del receptor para determinar direcciones de transmisión preferidas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 2810, pueden recibirse señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un primer conjunto de direcciones de transmisión. En 2820, puede obtenerse una dirección de transmisión preferida desde el primer conjunto de direcciones de transmisión. En 2830, puede proporcionarse una indicación de la dirección de transmisión preferida al
40 dispositivo como una realimentación al dispositivo, en el que la realimentación se proporciona mediante el barrido a través de un segundo conjunto de direcciones de transmisión.

Las operaciones 2700 y 2800 son ejemplos generales de formación de haces de múltiple resolución. Se describen ejemplos más específicos de formación de haces de múltiple resolución en el siguiente texto de la presente divulgación.

- 45 La Figura 12 ilustra operaciones 1200 de ejemplo para entrenamiento de nivel de sector de cuatro etapas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 1210, puede realizarse el entrenamiento de sectores para determinar al menos un sector preferido. En 1220, puede enviarse información de realimentación a otro dispositivo acerca del al menos un sector preferido. Después de eso, en 1230, puede realizarse un mapeo de sector a haz del al menos un sector preferido en haces. Por ejemplo, puede implementarse el mapeo segmentando el al
50 menos un sector preferido en haces. Un mensaje de mapeo enviado a otro dispositivo puede comprender información acerca de un número de direcciones de haces de transmisión y recepción que este dispositivo particular puede usar en el entrenamiento de nivel de haz. Finalmente, en 1240, puede realimentarse información de acuse de recibo desde este dispositivo para realizar acuse de recibo a una recepción del mensaje de mapeo.

- 55 Es importante indicar que las operaciones 1200 representan una división lógica de etapas de entrenamiento de nivel de sector, es decir, algunas de estas etapas pueden combinarse juntas durante una comunicación a través de un canal inalámbrico físico. Por ejemplo, después de la etapa 1210 de entrenamiento de nivel de sector desde un DEV1 a un DEV2, los mensajes de realimentación y mapeo pueden enviarse combinados desde el DEV2 al DEV1 como una parte de las secuencias de entrenamiento transmitidas desde el DEV2 al DEV1 (es decir, como una parte de la etapa 1210 de entrenamiento de nivel de sector desde el DEV2 al DEV1).

La Figura 13 ilustra operaciones 1300 de ejemplo para determinar sectores preferidos en un Sistema de Antenas Asimétrico (AAS), y las Figuras 14A-14D ilustran estructuras de trama difundidas durante las fases de entrenamiento y realimentación. Las operaciones 1300 pueden corresponder también a la etapa 1110 en la Figura 11. Las etapas 1302-1312 pueden corresponder a la etapa 1201 de entrenamiento de sector desde la Figura 12, mientras que las etapas 1314-1320 pueden corresponder a la etapa 1220 de realimentación. Puede suponerse, sin pérdida de generalidad, que los dispositivos pueden emplear conjuntos de antenas bidimensionales para tanto transmisión como recepción. El número total de elementos de antena de transmisión y recepción para el número de DEV d puede ser igual a $M^{(d,t)}$ y $M^{(d,r)}$, respectivamente. Cada dispositivo puede seleccionar sus propios libros de códigos de sectores. Cada dispositivo puede seleccionar sus libros de códigos basándose en el número de antenas y un número de haces predeterminado.

En 1302, el primer dispositivo puede transmitir en $J^{(1,t)}$ ciclos a un conjunto de secuencias de entrenamiento usando $J^{(1,t)}$ sectores, como se ilustra también en la Figura 14A. Cada secuencia de entrenamiento desde el conjunto de secuencias de entrenamiento se conoce en el segundo dispositivo y puede basarse en un par de secuencias de Golay. Las transmisiones en cada ciclo pueden comprender $J^{(2,r)}$ secuencias de entrenamiento enviadas en el mismo sector de transmisión del primer dispositivo y corresponder a todos los posibles sectores de recepción del segundo dispositivo. En 1304, el segundo dispositivo puede recibir, durante cada ciclo, las secuencias de entrenamiento usando $J^{(2,r)}$ diferentes sectores. En 1306, basándose en secuencias de entrenamiento recibidas, puede determinarse al menos una dirección de sector de recepción preferida para el segundo dispositivo, y puede determinarse al menos una dirección de sector de transmisión preferida para el primer dispositivo. Pueden determinarse sectores preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, en 1302, pueden transmitirse $J^{(1,t)}$ secuencias de entrenamiento en cada ciclo desde el primer dispositivo usando $J^{(1,t)}$ diferentes sectores de transmisión en cada ciclo. Pueden recibirse todas las $J^{(1,t)}$ secuencias de entrenamiento en un ciclo en el segundo dispositivo con uno de cada $J^{(2,r)}$ diferentes sectores de recepción, en 1304. En cada siguiente ciclo, puede emplearse un nuevo sector de recepción en el segundo dispositivo, y después de $J^{(2,r)}$ ciclos pueden utilizarse todos los $J^{(2,r)}$ sectores de recepción del segundo dispositivo.

En 1308, el segundo dispositivo puede transmitir en $J^{(2,t)}$ ciclos un conjunto de secuencias de entrenamiento usando $J^{(2,t)}$ sectores, como se ilustra en la Figura 14B. Cada secuencia de entrenamiento desde el conjunto de secuencias de entrenamiento se conoce en el primer dispositivo y puede basarse en un par de secuencias de Golay. Las transmisiones en cada ciclo pueden comprender $J^{(1,r)}$ secuencias de entrenamiento enviadas en el mismo sector de transmisión del segundo dispositivo y corresponder a todos los posibles sectores de recepción del primer dispositivo. En 1310, el primer dispositivo puede recibir, durante cada ciclo, las secuencias de entrenamiento usando $J^{(1,r)}$ diferentes sectores. En 1312, basándose en secuencias de entrenamiento recibidas, puede determinarse al menos una dirección de sector de recepción preferida para el primer dispositivo, y puede determinarse al menos una dirección de sector de transmisión preferida para el segundo dispositivo. Pueden determinarse sectores preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, en 1308, pueden transmitirse $J^{(2,t)}$ secuencias de entrenamiento en cada ciclo desde el segundo dispositivo usando $J^{(2,t)}$ diferentes sectores de transmisión en cada ciclo. Pueden recibirse todas las $J^{(2,t)}$ secuencias de entrenamiento en un ciclo en el primer dispositivo con uno de cada $J^{(1,r)}$ sectores de recepción, en 1310. En cada siguiente ciclo, puede emplearse un nuevo sector de recepción en el primer dispositivo, y después de $J^{(1,r)}$ ciclos pueden utilizarse todos los $J^{(1,r)}$ sectores de recepción del primer dispositivo.

En 1314, el primer dispositivo puede realimentar información acerca de al menos una dirección de sector de transmisión preferida para el segundo dispositivo transmitiendo el mensaje de realimentación $J^{(1,t)}$ veces usando $J^{(1,t)}$ sectores $S_0^{(1,t)}, \dots, S_{j^{(1,t)}}^{(1,t)}, \dots, S_{j^{(1,t)}-1}^{(1,t)}$, como se ilustra también en la Figura 14C. En 1316, el segundo dispositivo puede recibir y decodificar información acerca de al menos una dirección de sector de transmisión preferida usando el sector de recepción preferido $S_{j^{(2,r)}}^{(2,r)}$, como se ilustra en la Figura 14C. Para ciertos aspectos de la presente divulgación cuando el primer dispositivo es capaz de omni, puede no requerirse el barrido a través de todos los sectores de transmisión. En 1318, el segundo dispositivo puede realimentar información acerca de al menos una dirección de sector de transmisión preferida para el primer dispositivo transmitiendo el mensaje de realimentación usando el sector de transmisión preferido $S_{j^{(2,r)}}^{(2,r)}$, como se ilustra en la Figura 14D. En 1320, el primer dispositivo puede recibir y decodificar información acerca de al menos una dirección de sector de transmisión preferida usando su sector de recepción preferido $S_{j^{(1,r)}}^{(1,r)}$, como se ilustra en la Figura 14D.

Tras la finalización de la etapa de realimentación, ambos dispositivos pueden conocer su sector o sectores de transmisión y recepción preferidos. La etapa de mapeo puede seguir a la etapa de realimentación, como se ilustra en la Figura 12 con la etapa 1230. En esta etapa, un dispositivo puede mapear el sector o sectores de transmisión y recepción preferidos en haces y puede enviar información relacionada al otro dispositivo. Tras la recepción satisfactoria de esta información, el otro dispositivo puede realimentar un mensaje de acuse de recibo, como se ilustra en la Figura 12 con la etapa 1240.

La Figura 15 ilustra operaciones de ejemplo para determinar sectores preferidos en un Sistema de Antenas Simétrico (SAS), y las Figuras 16A-16B ilustran estructuras de trama difundidas durante las fases de entrenamiento y realimentación. Las operaciones 1500 pueden corresponder también a la etapa 1110 en la Figura 11. Las etapas 1510-1530 pueden corresponder a la etapa 1210 de entrenamiento de sector desde la Figura 12, mientras que las etapas 1540-1550 pueden corresponder a la etapa 1220 de realimentación. Puede suponerse de nuevo, sin pérdida de generalidad, que los dispositivos pueden emplear conjuntos de antenas bidimensionales para tanto transmisión como recepción, mientras que cada dispositivo utiliza conjuntos de antenas idénticos para tanto transmisión como recepción. Un primer dispositivo puede comprender un conjunto de antenas bidimensional que tiene $N_x \times N_z = M^{(1)}$ elementos, y un segundo dispositivo comprende un conjunto de antenas bidimensional que tiene $M_x \times M_z = M^{(2)}$ elementos. Para este aspecto de la presente divulgación, $J^{(1)}$ indica el número de sectores para el primer dispositivo, y $J^{(2)}$ indica el número de sectores para el segundo dispositivo. Cada dispositivo puede seleccionar sus propios libros de códigos de sectores. Cada dispositivo puede seleccionar sus libros de códigos de haces basándose en el número de antenas y un número de haces predeterminado.

En 1510, el primer dispositivo puede transmitir en $J^{(1)}$ ciclos un conjunto de secuencias de entrenamiento usando $J^{(1)}$ sectores, como se ilustra en la Figura 16A. Cada secuencia de entrenamiento desde el conjunto de secuencias de entrenamiento se conoce en el segundo dispositivo y puede basarse en un par de secuencias de Golay. Las transmisiones en cada ciclo pueden comprender $J^{(2)}$ secuencias de entrenamiento enviadas en el mismo sector del primer dispositivo y corresponder a todos los posibles sectores del segundo dispositivo. En 1520, el segundo dispositivo puede recibir, durante cada ciclo, las secuencias de entrenamiento usando $J^{(2)}$ diferentes sectores. En 1530, basándose en las secuencias de entrenamiento recibidas, puede determinarse al menos una dirección de sector preferida para el segundo dispositivo, y puede determinarse al menos una dirección de sector preferida para el primer dispositivo. Pueden determinarse sectores preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, en 1510, pueden transmitirse $J^{(1)}$ secuencias de entrenamiento en cada ciclo desde el primer dispositivo usando $J^{(1)}$ diferentes sectores en cada ciclo. Pueden recibirse todas las $J^{(1)}$ secuencias de entrenamiento en un ciclo en el segundo dispositivo con uno de cada $J^{(2)}$ sectores, en 1520. En cada siguiente ciclo, puede emplearse un nuevo sector en el segundo dispositivo, y después de $J^{(2)}$ ciclos pueden utilizarse todos los $J^{(2)}$ sectores del segundo dispositivo.

En 1540, el segundo dispositivo puede realimentar información acerca de al menos una dirección de sector preferida anteriormente determinada para el primer dispositivo transmitiendo el mensaje de realimentación $J^{(1)}$ veces usando su sector preferido $S_{J^{(2)}}$, como se ilustra en la Figura 16B. En 1550, el primer dispositivo puede recibir y decodificar información acerca de al menos una dirección de sector preferida usando $J^{(1)}$ sectores $S_0^{(1)}, \dots, S_{J^{(1)}}^{(1)}, \dots, S_{J^{(1)}-1}^{(1)}$, como se ilustra en la Figura 16B.

Tras la finalización de la etapa de realimentación, ambos dispositivos pueden conocer su sector o sectores preferidos. La etapa de mapeo puede seguir a la etapa de realimentación, como se ilustra en la Figura 12 con la etapa 1230. En esta etapa, un dispositivo puede mapear el sector o sectores preferidos en grupos de haces y en patrones de haces, y puede enviar también información relacionada al otro dispositivo. Tras la recepción satisfactoria de esta información, el otro dispositivo puede realimentar un mensaje de acuse de recibo, como se ilustra en la Figura 12 con la etapa 1240.

La Figura 17 ilustra un caso ejemplar en el que el dispositivo selecciona dos sectores preferidos y subdivide los sectores en grupos 1710 y 1720. Cada grupo puede comprender una pluralidad de haces. Como se ilustra en la Figura 17, un grupo, como se usa en el presente documento, puede referirse a un conjunto de haces adyacentes. El dispositivo puede emplear también los libros de códigos de haces para mapear los haces al sector o sectores.

La Figura 18 ilustra operaciones 1800 de ejemplo para dividir sectores preferidos en grupos o haces como una parte de la etapa 1230 de mapeo desde la Figura 12. En 1810, un dispositivo puede dividir su sector o sectores de transmisión y recepción preferidos en al menos un grupo de haces. En 1820, el dispositivo puede enviar información de realimentación a otro dispositivo que incluye un número de grupos, un número de haces en cada grupo, identificadores de palabra de código de los haces en cada grupo, y qué haces pertenecen a qué grupos.

El otro dispositivo puede dividir también su sector o sectores de transmisión y recepción preferidos en al menos un grupo de haces, en 1830, y puede informar, en 1840, al dispositivo acerca del número de grupos que usará durante la adquisición de haces, el número de haces por grupo, e identificadores de palabra de código de haces en cada grupo.

La Figura 19 ilustra operaciones 1900 de ejemplo para entrenamiento de nivel de haces de cuatro etapas de acuerdo con ciertos aspectos de la presente divulgación. En 1910, puede realizarse entrenamiento de haces para determinar al menos un haz preferido. En 1920, puede enviarse información de realimentación a otro dispositivo acerca del al menos un haz preferido. Después de eso, en 1930, puede realizarse un mapeo de haces de sector a HRS del al menos un haz preferido en haces de HRS. Por ejemplo, el mapeo puede implementarse segmentando el al menos un sector preferido en haces. Un mensaje de mapeo enviado a otro dispositivo puede comprender información acerca de un número de direcciones de haces de HRS de transmisión y recepción que este dispositivo

particular puede usar durante la fase de rastreo. Finalmente, en 1940, puede realimentarse información de acuse de recibo desde este dispositivo para realizar acuse de recibo de una recepción del mensaje de mapeo.

5 Es importante indicar que las operaciones 1900 representan una división lógica de etapas de entrenamiento de nivel de haces, es decir, algunas de estas etapas pueden combinarse juntas durante una comunicación a través de un canal inalámbrico físico. Por ejemplo, después de la etapa 1910 de entrenamiento de nivel de haces desde un DEV1 a un DEV2, pueden enviarse los mensajes de realimentación y de mapeo combinados desde el DEV2 al DEV1 como una parte de las secuencias de entrenamiento transmitidas desde el DEV2 al DEV1 (es decir, como una parte de la etapa 1910 de entrenamiento de nivel de haces desde el DEV2 al DEV1).

10 La Figura 20 ilustra operaciones 2000 de ejemplo para determinar haces preferidos en sectores en el AAS, y las Figuras 21A-21D ilustran estructuras de trama difundidas durante las fases de entrenamiento y realimentación. Las operaciones 2000 pueden corresponder también a la etapa 1120 en la Figura 11. Las etapas 2002-2012 pueden corresponder a la etapa 1910 de entrenamiento de haces desde la Figura 19, mientras que las etapas 2014-2020 pueden corresponder a la etapa 1920 de realimentación.

15 En 2002, el primer dispositivo puede transmitir en $K^{(1,t)}$ ciclos un conjunto de secuencias de entrenamiento usando $K^{(1,t)}$ haces, como se ilustra en la Figura 21A. Cada secuencia de entrenamiento desde el conjunto de secuencias de entrenamiento se conoce en el segundo dispositivo y puede basarse en un par de secuencias de Golay. Las transmisiones en cada ciclo pueden comprender $K^{(2,r)}$ secuencias de entrenamiento enviadas en el mismo haz de transmisión del primer dispositivo y corresponder a todos los posibles haces de recepción del segundo dispositivo. En 2004, el segundo dispositivo puede recibir, durante cada ciclo, las secuencias de entrenamiento usando $K^{(2,r)}$ diferentes haces. En 2006, basándose en las secuencias de entrenamiento recibidas, puede determinarse al menos una dirección de haz de recepción preferida para el segundo dispositivo, y puede determinarse al menos una dirección de haz de transmisión preferida para el primer dispositivo. Pueden determinarse haces preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, en 2002, pueden transmitirse $K^{(1,t)}$ secuencias de entrenamiento en cada ciclo desde el primer dispositivo usando $K^{(1,t)}$ diferentes haces de transmisión en cada ciclo. Pueden recibirse todas las $K^{(1,t)}$ secuencias de entrenamiento en un ciclo en el segundo dispositivo con uno de cada $K^{(2,r)}$ haces de recepción, en 2004. En cada siguiente ciclo, puede emplearse un nuevo haz de recepción en el segundo dispositivo, y después de $K^{(2,r)}$ ciclos pueden utilizarse todos los $K^{(2,r)}$ haces de recepción del segundo dispositivo.

30 En 2008, el segundo dispositivo puede transmitir en $K^{(2,t)}$ ciclos un conjunto de secuencias de entrenamiento usando $K^{(2,t)}$ haces, como se ilustra en la Figura 21B. Cada secuencia de entrenamiento desde el conjunto de secuencias de entrenamiento se conoce en el primer dispositivo y puede basarse en un par de secuencias de Golay. Las transmisiones en cada ciclo pueden comprender $K^{(1,r)}$ secuencias de entrenamiento enviadas en el mismo haz de transmisión del segundo dispositivo y corresponder a todos los posibles haces de recepción del primer dispositivo. En 2010, el primer dispositivo puede recibir, durante cada ciclo, las secuencias de entrenamiento usando $K^{(1,r)}$ diferentes haces. En 2012, basándose en las secuencias de entrenamiento recibidas, puede determinarse al menos una dirección de haz de recepción preferida, y puede determinarse al menos una dirección de haz de transmisión preferida para el segundo dispositivo. Pueden determinarse haces preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, en 2008, pueden transmitirse $K^{(2,t)}$ secuencias de entrenamiento en cada ciclo desde el segundo dispositivo usando $K^{(2,t)}$ diferentes haces de transmisión en cada ciclo. Pueden recibirse todas las $K^{(2,t)}$ secuencias de entrenamiento en un ciclo en el primer dispositivo con uno de cada $K^{(1,r)}$ haces de recepción. En cada siguiente ciclo, puede emplearse un nuevo haz de recepción en el primer dispositivo, y después de $K^{(1,r)}$ ciclos pueden utilizarse todos los $K^{(1,r)}$ haces de recepción del primer dispositivo.

45 En 2014, el primer dispositivo puede realimentar información acerca de al menos una dirección de haz de transmisión preferida para el segundo dispositivo transmitiendo el mensaje de realimentación usando el sector de transmisión preferido $S_{j^{(1,t)}}$ elegido en el entrenamiento de nivel de sector, como se ilustra en la Figura 21C. En 2016, el segundo dispositivo puede recibir y decodificar información acerca de al menos una dirección de haz de transmisión preferida usando el sector de recepción preferido $S_{j^{(2,r)}}$, como se ilustra en la Figura 21C. En 2018, el segundo dispositivo puede realimentar información acerca de al menos una dirección de haz de transmisión preferida para el primer dispositivo transmitiendo el mensaje de realimentación usando el haz de transmisión preferido $B_{k^{(2,t)}}$, como se ilustra en la Figura 21D, o el sector de transmisión preferido $S_{j^{(2,t)}}$ elegido en el entrenamiento de nivel de sector. En 2020, el primer dispositivo puede recibir y decodificar información acerca de al menos una dirección de haz de transmisión preferida usando el haz de recepción preferido $B_{k^{(1,r)}}$, como se ilustra en la Figura 21D, o usando el sector de recepción preferido $S_{j^{(1,r)}}$ elegido en el entrenamiento de nivel de sector.

55 Tras la finalización de la etapa de realimentación, ambos dispositivos pueden conocer su haz o haces de transmisión y recepción preferidos. La etapa de mapeo puede seguir a la etapa de realimentación, como se ilustra en la Figura

19 con la etapa 1930. En esta etapa, un dispositivo puede mapear el haz o haces de transmisión y recepción preferidos en haces de alta resolución y puede enviar información relacionada al otro dispositivo. Tras la recepción satisfactoria de esta información, el otro dispositivo puede realimentar un mensaje de acuse de recibo, como se ilustra en la Figura 19 con la etapa 1940.

5 Además del procedimiento de adquisición de haces donde se determinan los haces preferidos en ambos dispositivos, el primer dispositivo puede adaptar también el número de haces en uno o más grupos y transmitir estos cambios al segundo dispositivo. Por ejemplo, el primer dispositivo puede reducir el número de haces en cada grupo. El primer dispositivo puede transmitir esta información usando su haz de transmisión preferido. El segundo dispositivo puede recibir esta información usando su haz de recepción preferido y realimenta un mensaje de acuse de recibo.

10 La Figura 22 ilustra operaciones de ejemplo para determinar haces preferidos para transmisión/recepción en el SAS, y las Figuras 23A-23B ilustran estructuras de trama difundidas durante las fases de entrenamiento y realimentación. Las operaciones 2200 pueden corresponder también a la etapa 1120 en la Figura 11. Las etapas 2210-2230 pueden corresponder a la etapa 1910 de entrenamiento de haces desde la Figura 19, mientras que las etapas 2240-2250 pueden corresponder a la etapa 1920 de realimentación. Para este aspecto de la presente divulgación, $K^{(1)}$ indica el número de haces para el primer dispositivo, y $K^{(2)}$ indica el número de haces para el segundo dispositivo.

15 En 2210, el primer dispositivo puede transmitir en $K^{(1)}$ ciclos un conjunto de secuencias de entrenamiento usando $K^{(1)}$ haces, como se ilustra en la Figura 23A. Cada secuencia de entrenamiento desde el conjunto de secuencias de entrenamiento se conoce en el segundo dispositivo y puede basarse en un par de secuencias de Golay. Las transmisiones en cada ciclo pueden comprender $K^{(2)}$ secuencias de entrenamiento enviadas en el mismo haz del primer dispositivo y corresponder a todos los posibles haces del segundo dispositivo. En 2220, el segundo dispositivo puede recibir, durante cada ciclo, las secuencias de entrenamiento usando $K^{(2)}$ diferentes haces. En 2230, basándose en secuencias de entrenamiento recibidas, puede determinarse al menos una dirección de haz preferida para el segundo dispositivo, y puede determinarse al menos una dirección de haz preferida para el primer dispositivo. Pueden determinarse haces preferidos con respecto a cualquier combinación de calidad de señal o métricas de rendimiento. Para ciertos aspectos de la presente divulgación, en 2210, pueden transmitirse $K^{(1)}$ secuencias de entrenamiento en cada ciclo desde el primer dispositivo usando $K^{(1)}$ diferentes haces en cada ciclo. Pueden recibirse todas las $K^{(1)}$ secuencias de entrenamiento en un ciclo en el segundo dispositivo con uno de cada $K^{(2)}$ haces. En cada siguiente ciclo, puede emplearse un nuevo haz en el segundo dispositivo, y después de cada $K^{(2)}$ ciclos pueden utilizarse todos los $K^{(2)}$ haces del segundo dispositivo.

20 En 2240, el segundo dispositivo puede realimentar información acerca de al menos una dirección de haz preferida anteriormente determinada para el primer dispositivo transmitiendo el mensaje de realimentación usando el sector preferido $S_{j^{(2)}}^{(2)}$ elegido en el entrenamiento de nivel de sector, como se ilustra en la Figura 23B. En 2250, el primer dispositivo puede recibir y decodificar información acerca de al menos una dirección de haz preferida usando el sector preferido $S_{j^{(1)}}^{(1)}$ elegido en el entrenamiento de nivel de sector, como se ilustra en la Figura 23B.

25 Tras la finalización de la etapa de realimentación, ambos dispositivos pueden conocer su haz o haces preferidos. La etapa de mapeo puede seguir la etapa de realimentación, como se ilustra en la Figura 19 con la etapa 1930. En esta etapa un dispositivo puede mapear el haz o haces preferidos en haces de alta resolución y pueden enviar información relacionada al otro dispositivo. Tras la recepción satisfactoria de esta información, el otro dispositivo puede realimentar un mensaje de acuse de recibo, como se ilustra en la Figura 19 con la etapa 1940.

30 La Figura 24 ilustra operaciones 2400 de ejemplo para rastreo de haces, y la Figura 25 ilustra una estructura de paquetes con capacidad de rastreo. Las operaciones 2400 pueden corresponder también a la etapa 1130 en la Figura 11. Puede configurarse un primer dispositivo para enviar paquetes de datos a un segundo dispositivo, en el que tanto el primer dispositivo como el segundo dispositivo comprenden conjuntos de antenas. Las operaciones 2400 pueden aplicarse para rastreo de haces en el SAS, así como para rastreo del haz de transmisión preferido y el haz de recepción preferido del primer dispositivo y del segundo dispositivo, respectivamente en el AAS. Las expresiones 'primer dispositivo' y 'segundo dispositivo' pueden intercambiarse también en este caso, y las operaciones 2400 pueden aplicarse para rastrear el haz de transmisión preferido y el haz de recepción preferido del segundo dispositivo y del primer dispositivo, respectivamente. El procedimiento de rastreo puede realizarse también en haces de alta resolución que proporcionan la resolución más alta para actualizar las direcciones preferidas para transmisión y recepción.

35 En 2410, el primer dispositivo puede construir paquetes de rastreo con un bit de rastreo de haces en cada paquete de rastreo para indicar que cada paquete de rastreo contiene una secuencia de entrenamiento usada para rastrear. Por ejemplo, un paquete con su bit de rastreo de haces establecido a "1" puede indicar que es un paquete de rastreo. Un ejemplo de la estructura del paquete se ilustra en la Figura 25. Por ejemplo, un paquete 2510 de rastreo que incluye el bit de rastreo de haces puede comprender una secuencia 2512 de entrenamiento (TS), seguido por un intervalo 2514 de Tiempo de Guarda (GT), y un paquete 2516 de datos.

- En 2420, el primer dispositivo puede transmitir una pluralidad de $L^{(2,r)}$ paquetes de rastreo, donde $L^{(2,r)}$ es un número de haces en un grupo de un segundo dispositivo. Todos los $L^{(2,r)}$ paquetes de datos pueden transmitirse desde el primer dispositivo usando el haz preferido $B_{j^{(1,t)}}$ (paquetes 2516 y 2526 de datos de los paquetes 2510 y 2520 de rastreo, respectivamente en la Figura 25), y todas las $L^{(2,r)}$ secuencias de entrenamiento pueden transmitirse usando un haz $B_1^{(1,t)}$ en un grupo del primer dispositivo (secuencias 2512 y 2522 de entrenamiento en la Figura 25). En 2430, el segundo dispositivo puede recibir $L^{(2,r)}$ paquetes de datos usando el haz preferido $B_{j^{(2,r)}}$, y puede recibir $L^{(2,r)}$ secuencias de entrenamiento usando todos los $L^{(2,r)}$ haces en el grupo.
- Este procedimiento puede repetirse para cada haz en el grupo del primer dispositivo. Después de $L^{(1,t)}$ ciclos, donde $L^{(1,t)}$ es un número total de haces en el grupo del primer dispositivo, el primer dispositivo puede transmitir, en 2440, $L^{(2,r)}$ paquetes de datos usando el haz preferido $B_{j^{(1,t)}}$ (paquetes 2536 y 2546 de datos de los paquetes 2530 y 2540 de rastreo, respectivamente en la Figura 25), y todas las $L^{(2,r)}$ secuencias de entrenamiento pueden transmitirse usando un haz $B_{j^{(1,t)}}$ en el grupo (secuencias 2532 y 2542 de entrenamiento en la Figura 25). Después de eso, en 2450, el segundo dispositivo puede recibir $L^{(2,r)}$ paquetes de datos usando el haz preferido $B_{j^{(2,r)}}$, y puede recibir $L^{(2,r)}$ secuencias de entrenamiento usando todos los $L^{(2,r)}$ haces en el grupo.
- En 2460, el segundo dispositivo puede determinar un par preferido de haces para el primer dispositivo y para el segundo dispositivo. Si este par de haces particular tiene mejor calidad de señal que el par de haces preferido actual usado para transmisión/recepción de datos, entonces, en 2470, el segundo dispositivo puede volver a formar el grupo alrededor de un nuevo haz preferido y enviar información de realimentación al primer dispositivo acerca del par de haces preferido. En 2480, el primer dispositivo puede recibir información acerca del par de haces preferido, puede cambiar a un nuevo haz preferido para transmisión de datos, y puede volver a formar el grupo alrededor del nuevo haz preferido. En 2490, el primer dispositivo puede informar al segundo dispositivo acerca de un nuevo número de haces en el grupo con forma nueva del primer dispositivo. Las etapas 2420-2490 pueden repetirse para una pluralidad de conjuntos de paquetes de rastreo.
- El ámbito de la divulgación no debe interpretarse como que limitado a los aspectos de procesamiento de conjuntos ilustrados en el presente documento. En su lugar, los Solicitantes anticipan que aspectos alternativos pueden comprender conjuntos de antenas con más de ocho elementos a lo largo de un eje particular y conjuntos de antenas que comprenden antenas con una pluralidad de polarizaciones, y que tales configuraciones de conjuntos de antenas caen dentro del alcance de la divulgación. En un aspecto, pueden emplearse dos antenas dipolo con polarizaciones lineales ortogonales juntas para producir un patrón cuasi-omni.
- Las diversas operaciones de los procedimientos anteriormente descritos pueden realizarse mediante cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. El medio puede incluir diverso componente o componentes y/o módulo o módulos de hardware y/o software, incluyendo, pero sin limitación un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o procesador. En general, cuando hay operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener componentes de medios más la función de contrapartida correspondiente con similar numeración. Por ejemplo, los bloques 610-640, 710-730, 1110-1130, 1210-1240, 1302-1320, 1510-1550, 1810-1840, 1910-1940, 2002-2020, 2210-2250, 2410-2490, 2610-2630, 2710-2750, y 2810-2830, ilustrados en las Figuras 6, 7, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, y 28 corresponden a los bloques 610A-640A, 710A-730A, 1110A-1130A, 1210A-1240A, 1302A-1320A, 1510A-1550A, 1810A-1840A, 1910A-1940A, 2002A-2020A, 2210A-2250A, 2410A-2490A, 2610A-2630A, 2710A-2750A y 2810A-2830A de circuitos, ilustrados en las Figuras 6A, 7A, 11A, 12A, 13A, 15A, 18A, 19A, 20A, 22A, 24A, 26A, 27A y 28A.
- Como se usa en el presente documento, el término “determinar” abarca una amplia diversidad de acciones. Por ejemplo “determinar” puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, buscar (por ejemplo, buscar en una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. También, “determinar” puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. También, “determinar” puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.
- Las diversas operaciones de los procedimientos anteriormente descritos pueden realizarse mediante cualquier medio adecuado que pueda realizar las operaciones, tal como diverso componente o componentes de hardware y/o software, circuitos y/o módulo o módulos. En general, cualquier operación ilustrada en las figuras puede realizarse mediante medios funcionales correspondientes que pueden realizar las operaciones.
- Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una señal de campo de matriz de puertas programables (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), puerta discreta o lógica de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador, pero como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado comercialmente disponible. Un

procesador puede implementarse también 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 de DSP o cualquier otra configuración tal.

5 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con la presente divulgación pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado mediante un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento que se conozca en la técnica. Algunos ejemplos de medio de almacenamiento que pueden usarse incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria flash, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM y así sucesivamente. Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y puede distribuirse a través de varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y a través de múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento puede acoplarse a un procesador de manera que el procesador pueda leer información desde, y escribir información al, medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser integral al procesador.

15 Los procedimientos desvelados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para conseguir el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones del procedimiento pueden intercambiarse entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o uso de etapas específicas y/o acciones puede modificarse sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

20 Las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio que pueda accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, tal medio legible por ordenador puede comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para llevar o almacenar código de programa deseado en la forma de instrucciones o estructuras de datos y que pueda accederse mediante un ordenador. Disco (disk) y disco (disc), como se usa en el presente documento, incluyen disco compacto (CD), laser disc, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray® donde los discos (disks) reproducen normalmente datos magnéticamente, mientras que discos (discs) reproducen datos ópticamente con láseres.

30 Por lo tanto, ciertos aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, un producto de programa informático de este tipo puede comprender un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables mediante uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento. Para ciertos aspectos, el producto de programa informático puede incluir material de empaquetado.

35 Puede transmitirse también software o instrucciones a través de un medio de transmisión. Por ejemplo, si se transmite el software desde un sitio web, servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, DSL, o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas están incluidas en la definición de medio de transmisión.

45 Además, debe apreciarse que los módulos y/u otros medios apropiados para realizar los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento pueden descargarse y/u obtenerse de otra manera mediante un terminal de usuario y/o estación base según sea aplicable. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede acoplarse a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. Como alternativa, pueden proporcionarse diversos procedimientos descritos en el presente documento mediante medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o disco flexible, etc.), de manera que un terminal de usuario y/o estación base pueda obtener los diversos procedimientos tras acoplar o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, puede utilizarse cualquier otra técnica adecuada para proporcionar los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento a un dispositivo.

50 Debe entenderse que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y componentes precisos anteriormente ilustrados. Pueden realizarse diversas modificaciones, cambios y variaciones en la disposición, operación y detalles de los procedimientos y aparatos anteriormente descritos sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

55 Las técnicas proporcionadas en el presente documento pueden utilizarse en una diversidad de aplicaciones. Para ciertos aspectos, las técnicas presentadas en el presente documento pueden incorporarse en un punto de acceso u otro tipo de dispositivo inalámbrico con lógica de procesamiento y elementos para realizar las técnicas proporcionadas en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (2800) de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

5 recibir (2810) señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un conjunto de sectores;
 obtener (2820), desde el conjunto de sectores, al menos un sector preferido;
 proporcionar (2830), como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un sector preferido al
 dispositivo,
 en el que la realimentación es proporcionada mediante el barrido a través de un conjunto de direcciones de
 transmisión relacionadas a sectores;
 10 recibir señales de entrenamiento transmitidas desde el dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el
 que el al menos un conjunto de haces es obtenido desde el al menos un sector preferido;
 obtener, desde el al menos un conjunto de haces, al menos un haz preferido; y
 proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un haz preferido al dispositivo, en
 el que la realimentación es proporcionada usando el al menos un sector preferido; y
 15 en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de
 antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

2. El procedimiento (2800) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

recibir información en relación con capacidades de formación de haces del dispositivo desde un PNC, durante o
 después de asociación con el PNC.

3. El procedimiento (2800) de la reivindicación 1, en el que recibir señales de entrenamiento transmitidas desde el
 20 dispositivo comprende recibir cada señal de entrenamiento que fue transmitida desde un sector usando todas las
 direcciones de recepción o recibir todas las señales de entrenamiento transmitidas desde el conjunto de sectores
 usando una dirección de recepción y repetir este procedimiento para todas las direcciones de recepción.

4. Un aparato (2800A) de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

25 medios (2810A) para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde un dispositivo usando un conjunto de
 sectores;
 medios (2820A) para obtener, desde el conjunto de sectores, al menos un sector preferido;
 medios (2830A) para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un sector
 preferido al dispositivo, en el que la realimentación es proporcionada mediante el barrido a través de un conjunto
 de direcciones de transmisión relacionadas a sectores;
 30 medios para recibir señales de entrenamiento transmitidas desde el dispositivo usando al menos un conjunto de
 haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido;
 medios para obtener, desde el al menos un conjunto de haces, al menos un haz preferido; y
 medios para proporcionar, como realimentación al dispositivo, una indicación del al menos un haz preferido al
 dispositivo, en el que la realimentación es proporcionada usando el al menos un sector preferido; y
 35 en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de
 antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

5. El aparato (2800A) de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:

medios para intercambiar con el dispositivo, antes de cada sesión de datos, información acerca de un número de
 uno o más niveles de formación de haces a usarse para esa sesión de datos.

40 6. El aparato (2800A) de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:

medios para recibir información en relación con capacidades de formación de haces del dispositivo desde un
 PNC, durante o después de asociación con el PNC.

7. El aparato (2800A) de la reivindicación 4, en el que los medios para recibir señales de entrenamiento transmitidas
 45 desde el dispositivo comprenden medios para recibir cada señal de entrenamiento que fue transmitida desde un
 sector usando todas las direcciones de recepción o los medios para recibir señales de entrenamiento desde el
 dispositivo comprenden medios para recibir todas las señales de entrenamiento transmitidas desde el conjunto de
 sectores usando una dirección de recepción y repetir este procedimiento para todas las direcciones de recepción.

8. Un procedimiento (2700) de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

50 transmitir (2710) señales de entrenamiento a un dispositivo usando un conjunto de sectores;
 recibir (2720), desde el dispositivo, una indicación de al menos un sector preferido obtenida desde el conjunto de
 sectores;
 transmitir (2730) señales de entrenamiento al dispositivo usando al menos un conjunto de haces, en el que el al
 menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido;
 recibir (2740), desde el dispositivo, una indicación de al menos un haz preferido obtenido desde el al menos un

conjunto de haces; y

usar (2750) el al menos un haz preferido para comunicar con el dispositivo; y

en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

5 9. El procedimiento (2700, 2800) de la reivindicación 1 u 8, que comprende adicionalmente:

intercambiar con el dispositivo, antes de cada sesión de datos, información acerca de un número de uno o más niveles de formación de haces a usarse para esa sesión de datos.

10 10. El procedimiento (2700, 2800) de la reivindicación 9 en combinación con la reivindicación 8, en el que el al menos un conjunto de haces es obtenido desde el al menos un sector preferido si el número de niveles de formación de haces es mayor que uno.

11. El procedimiento (2700) de la reivindicación 8, que comprende adicionalmente:

15 transmitir información de capacidad de formación de haces al dispositivo, en el que la información de capacidad de formación de haces comprende un máximo número de niveles de formación de haces soportado, un número de sectores en el conjunto de sectores y un número de direcciones de recepción en un primer conjunto de direcciones de recepción.

12. El procedimiento (2700) de la reivindicación 8, en el que el al menos un primer sector preferido se obtiene desde el conjunto de sectores basándose en una primera métrica de calidad de señal, y en el que el al menos un haz preferido es obtenido desde el al menos un conjunto de haces basándose en una segunda métrica de calidad de señal.

20 13. Un aparato (2700A) de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios (2710A) para transmitir señales de entrenamiento a un dispositivo usando un conjunto de sectores;

medios (2720A) para recibir, desde el dispositivo, una indicación del al menos un sector preferido obtenido desde el conjunto de sectores;

25 medios (2730A) para transmitir señales de entrenamiento al dispositivo usando el al menos un conjunto de haces, en el que el al menos un conjunto de haces se obtiene desde el al menos un sector preferido;

medios (2740A) para recibir, desde el dispositivo, una indicación del al menos un haz preferido obtenido desde el al menos un conjunto de haces; y

30 medios (2750A) para usar el al menos un haz preferido para comunicar con el dispositivo; y

en el que un sector es un patrón de antena que cubre una región de espacio, y en el que un haz es un patrón de antena que cubre una región en espacio más pequeña que la región en espacio cubierta mediante el sector.

14. El procedimiento (2700, 2800) de la reivindicación 1 u 8 o el aparato (2700A, 2800A) de las reivindicaciones 4 o 13, en el que al menos una parte de cada señal de entrenamiento está basada en secuencias de Golay.

35 15. Un producto de programa informático de comunicaciones inalámbricas, que comprende un medio legible por ordenador codificado con instrucciones ejecutables para llevar a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12.

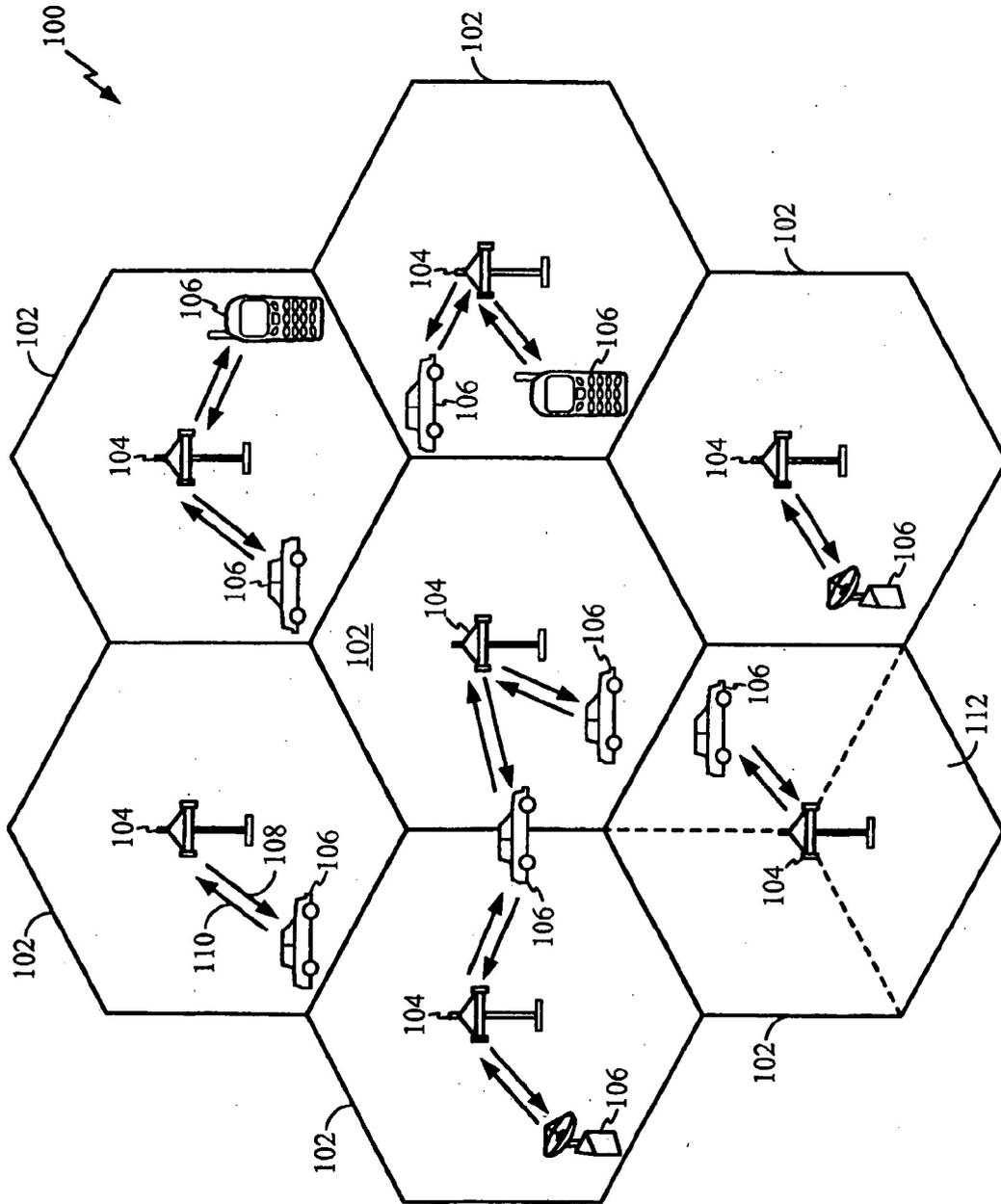


FIG. 1

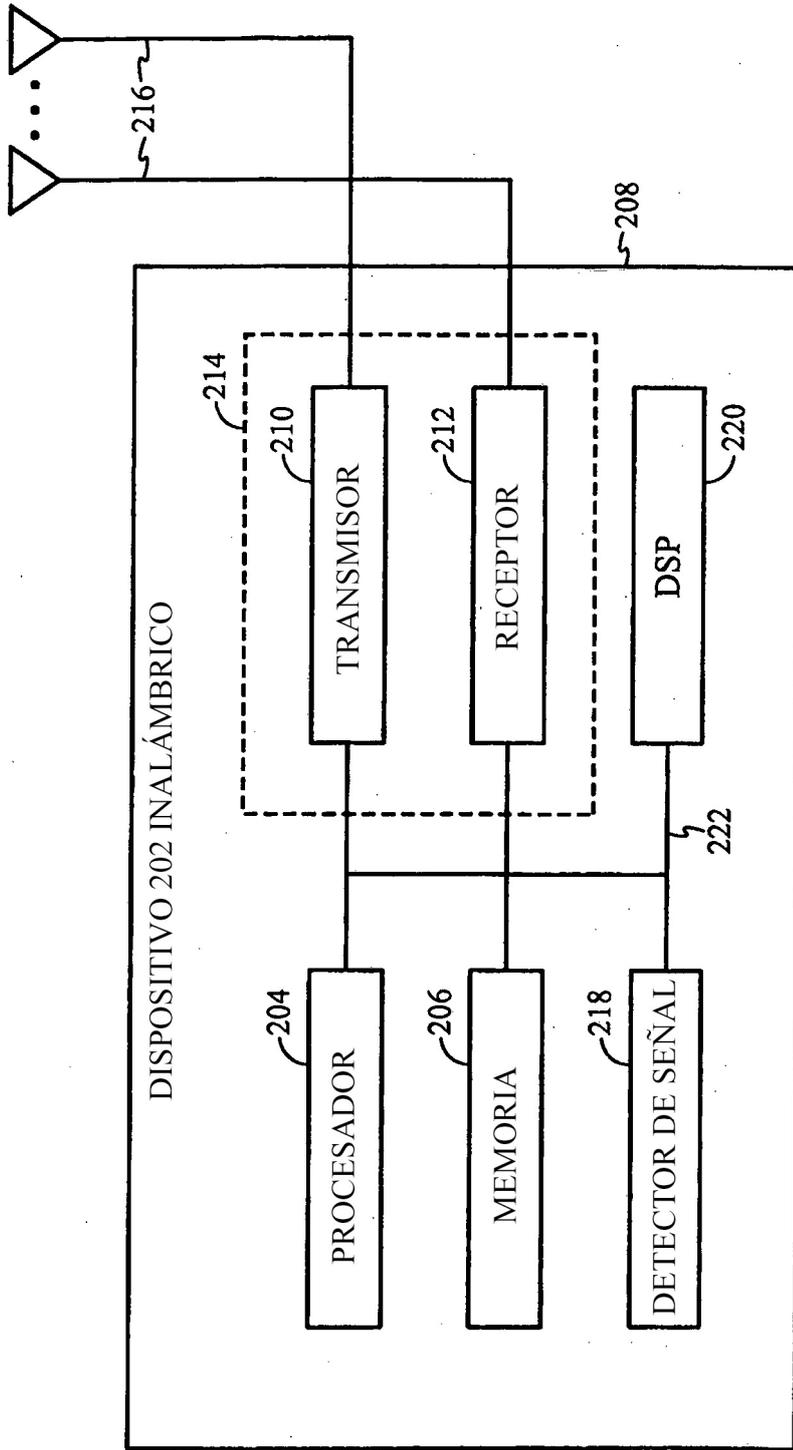


FIG. 2

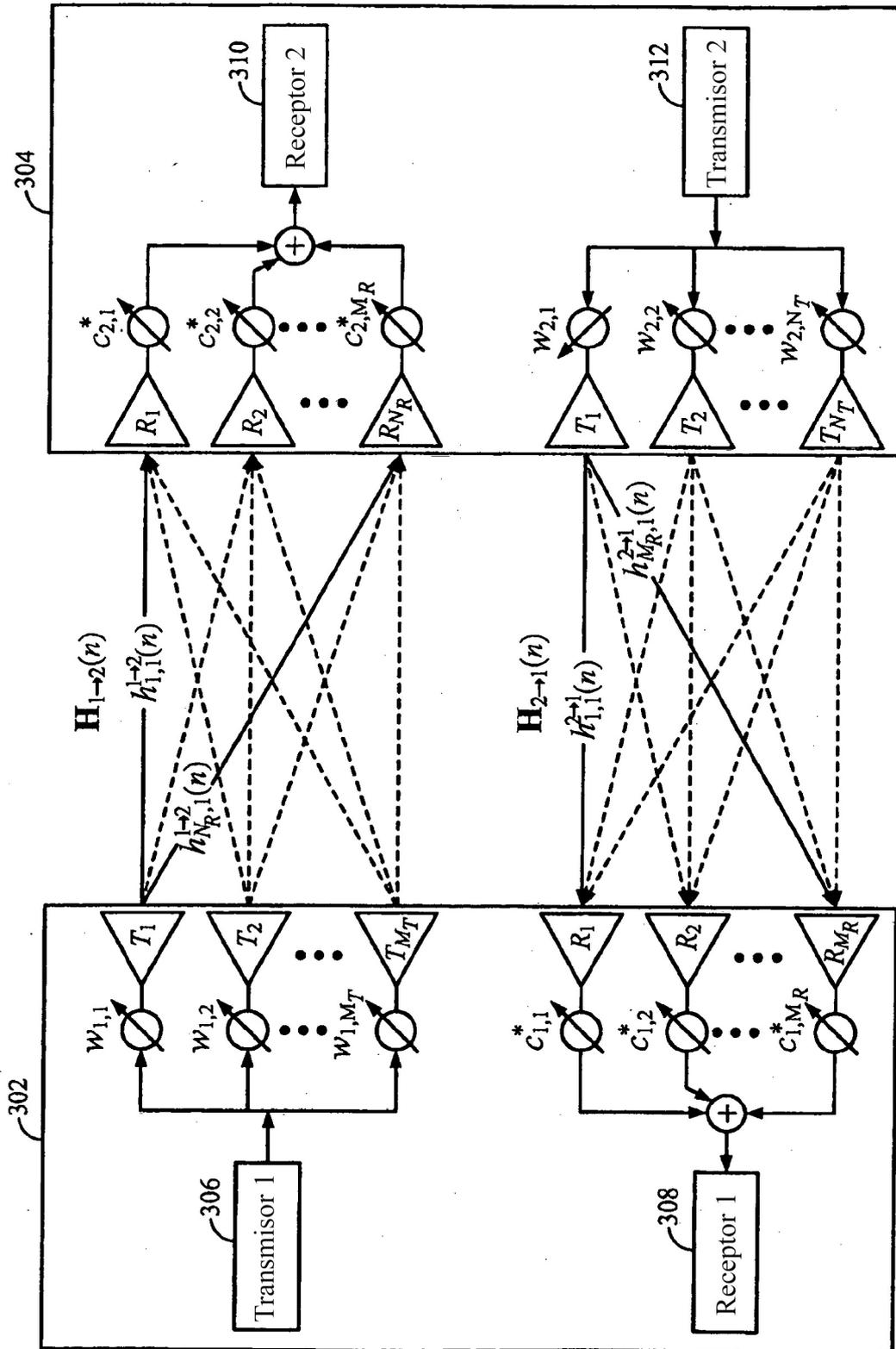


FIG. 3

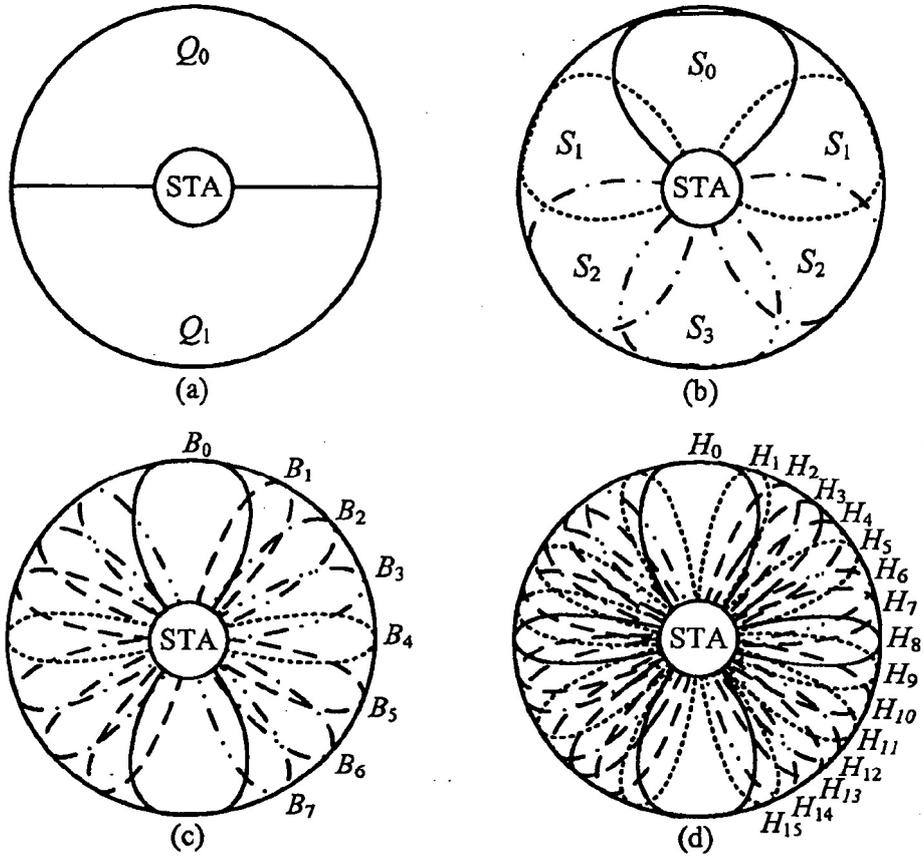


FIG. 4

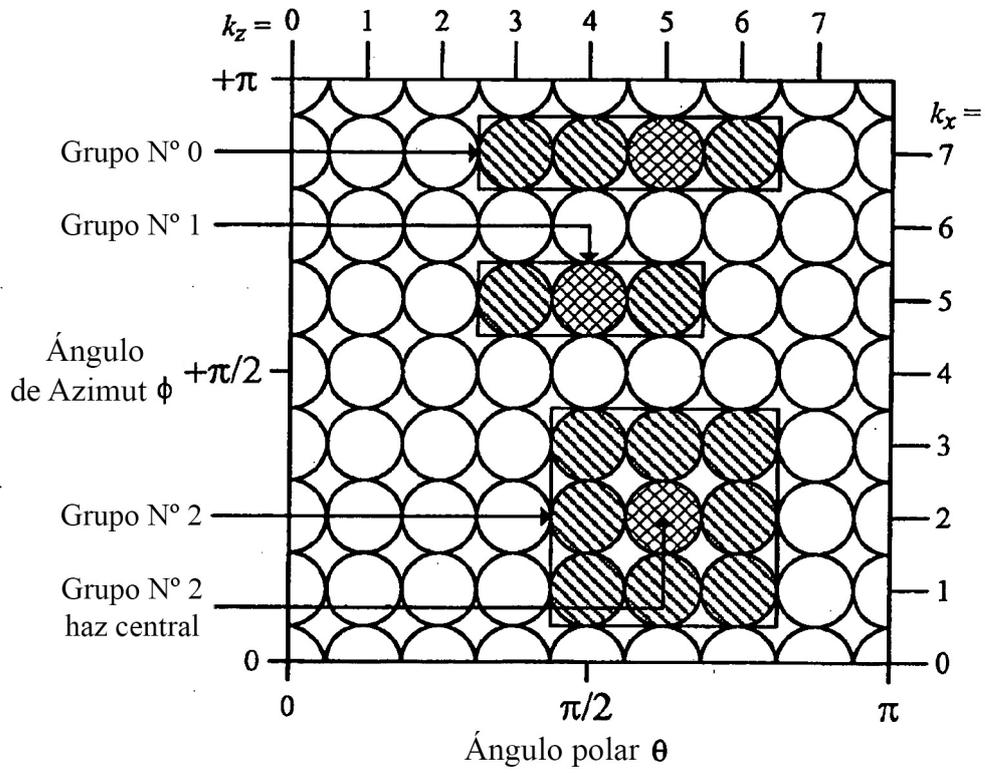


FIG. 5

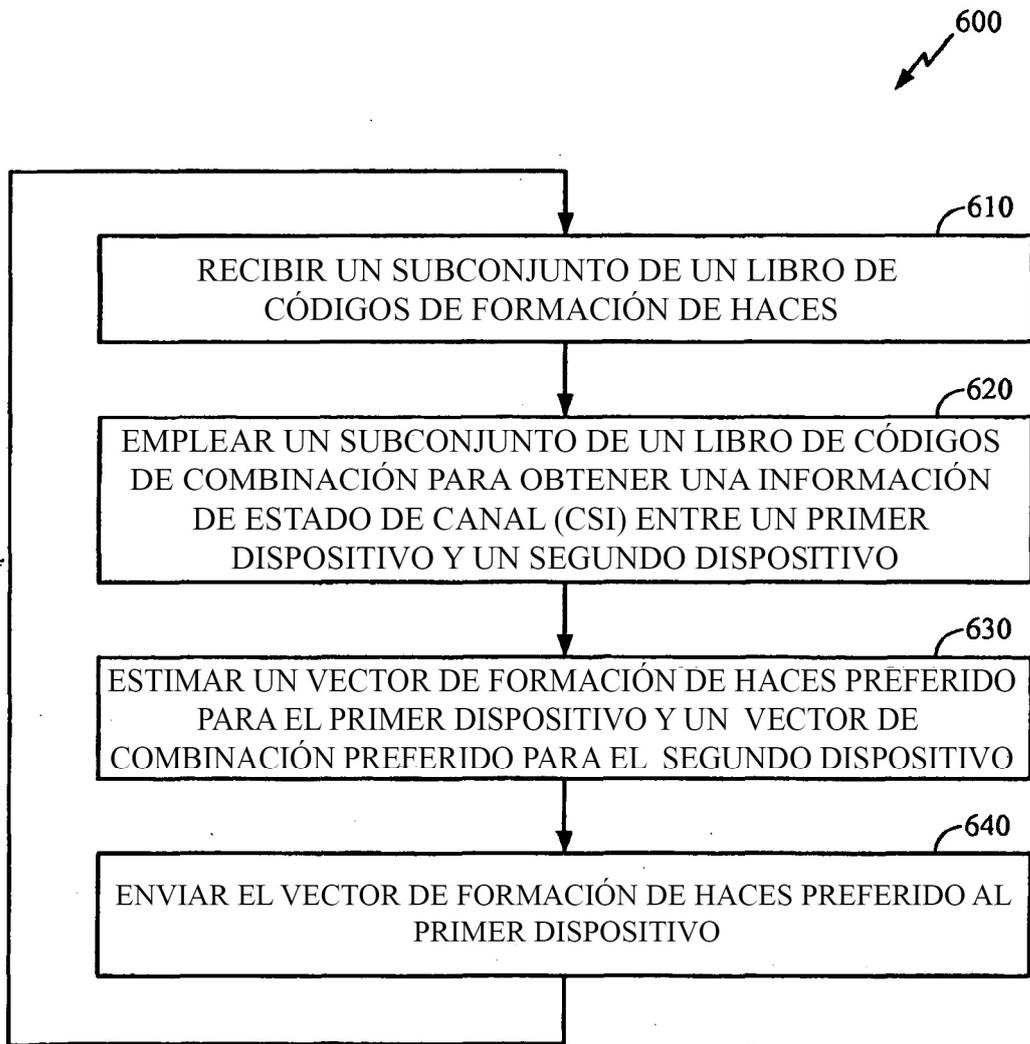


FIG. 6

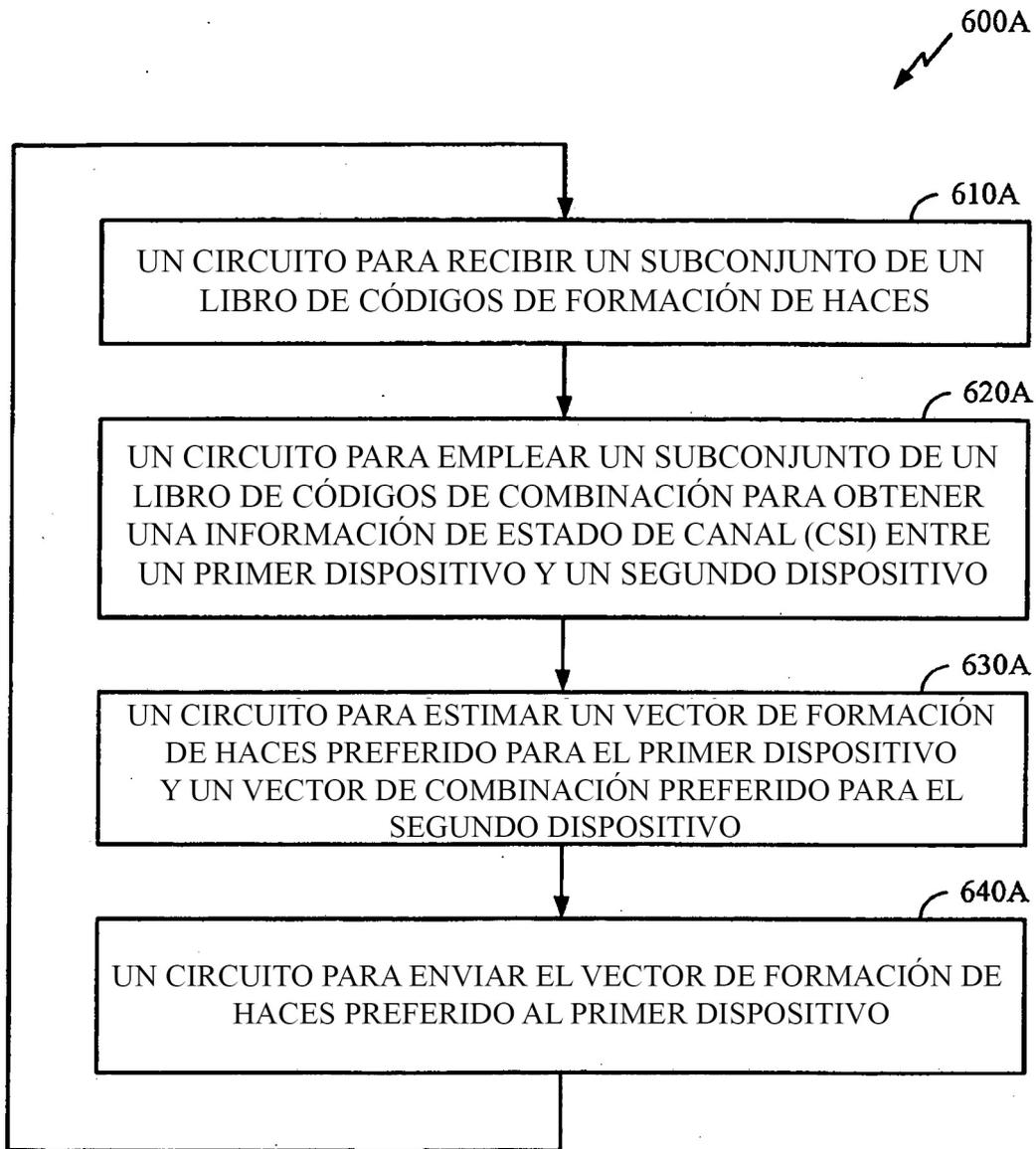


FIG. 6A

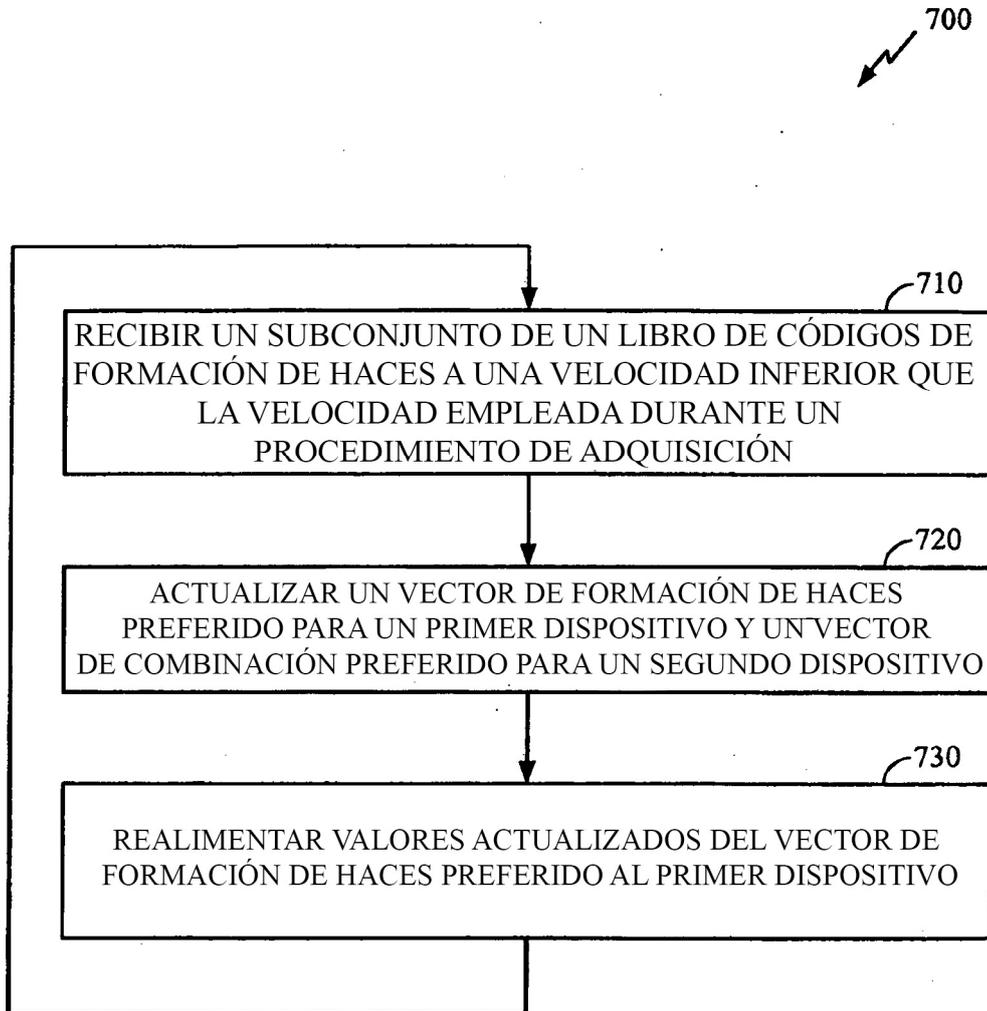


FIG. 7

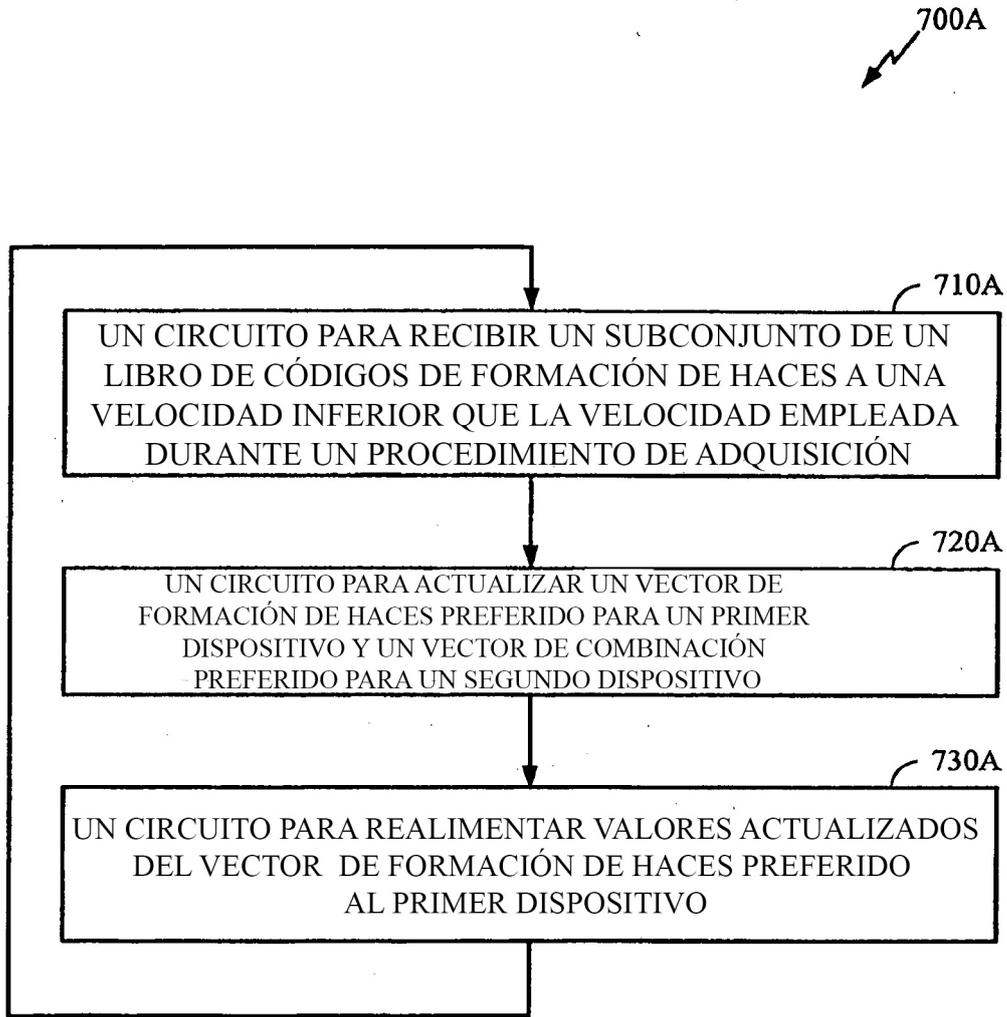


FIG. 7A

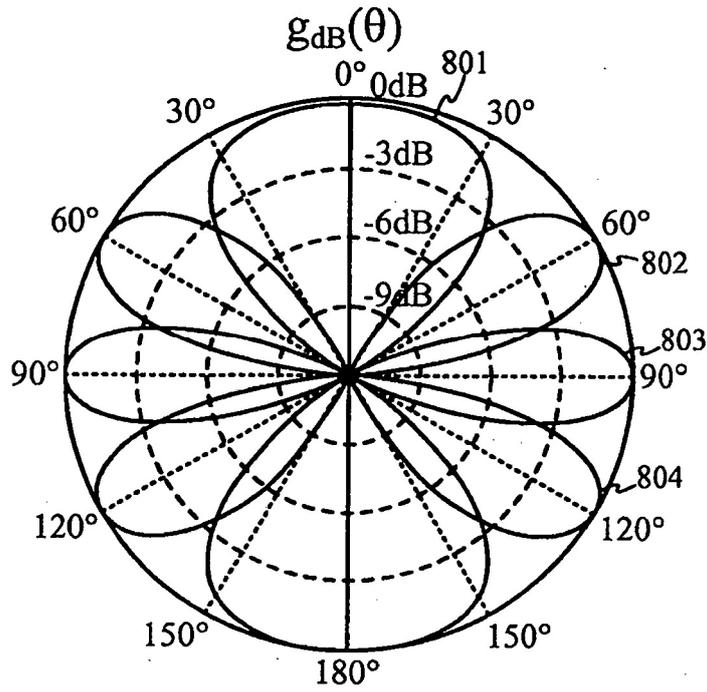


FIG. 8A

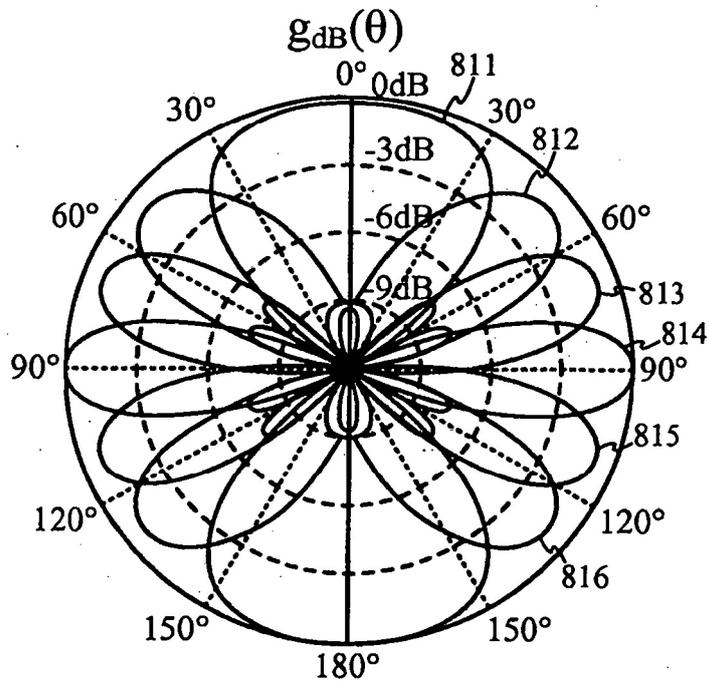


FIG. 8B

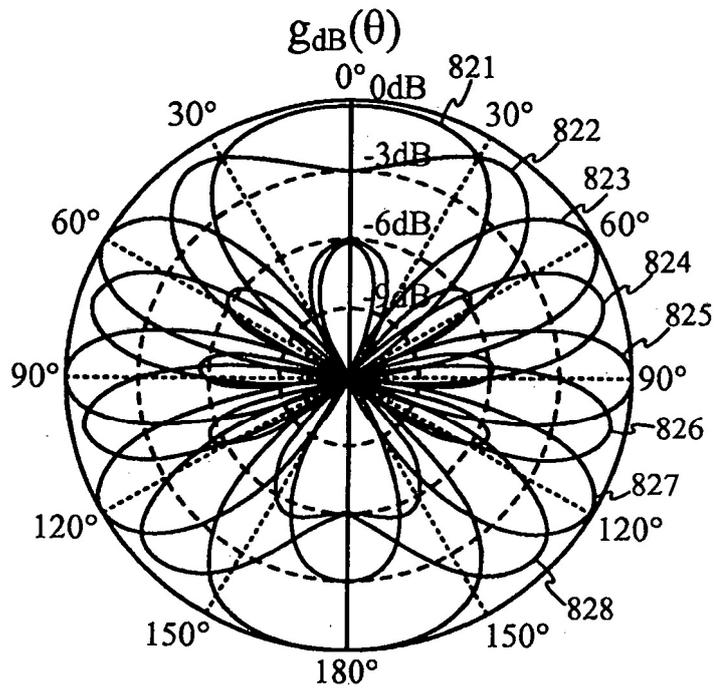


FIG. 8C

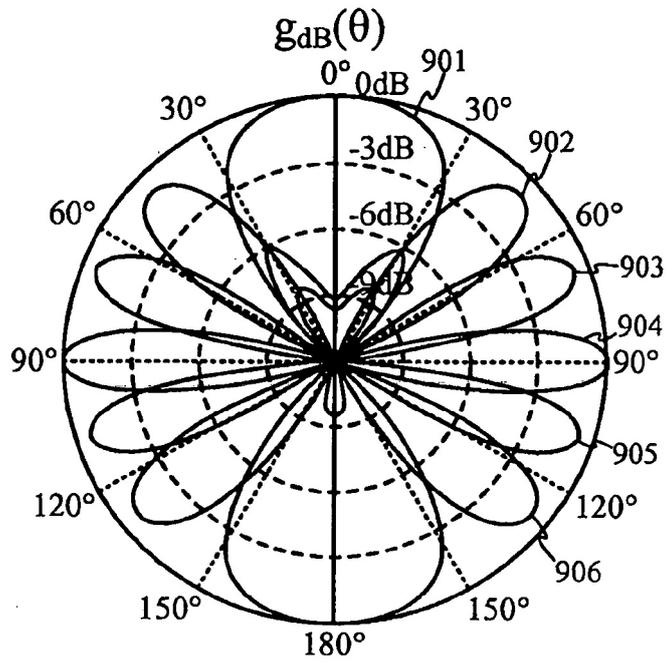


FIG. 9A

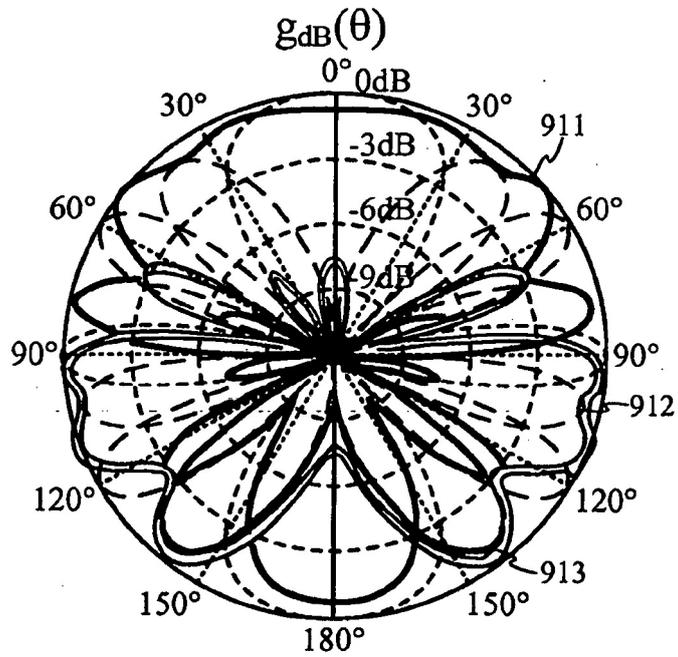


FIG. 9B

1b	1b	2b	4b	4b	2b	2b
Soporte de rastreo	PET	Tipo de conjunto de antena	Nº de sectores de Rx	Nº de sectores de Tx	Nº de direcciones C-omni de Rx	Nº de direcciones C-omni de Tx

FIG. 10

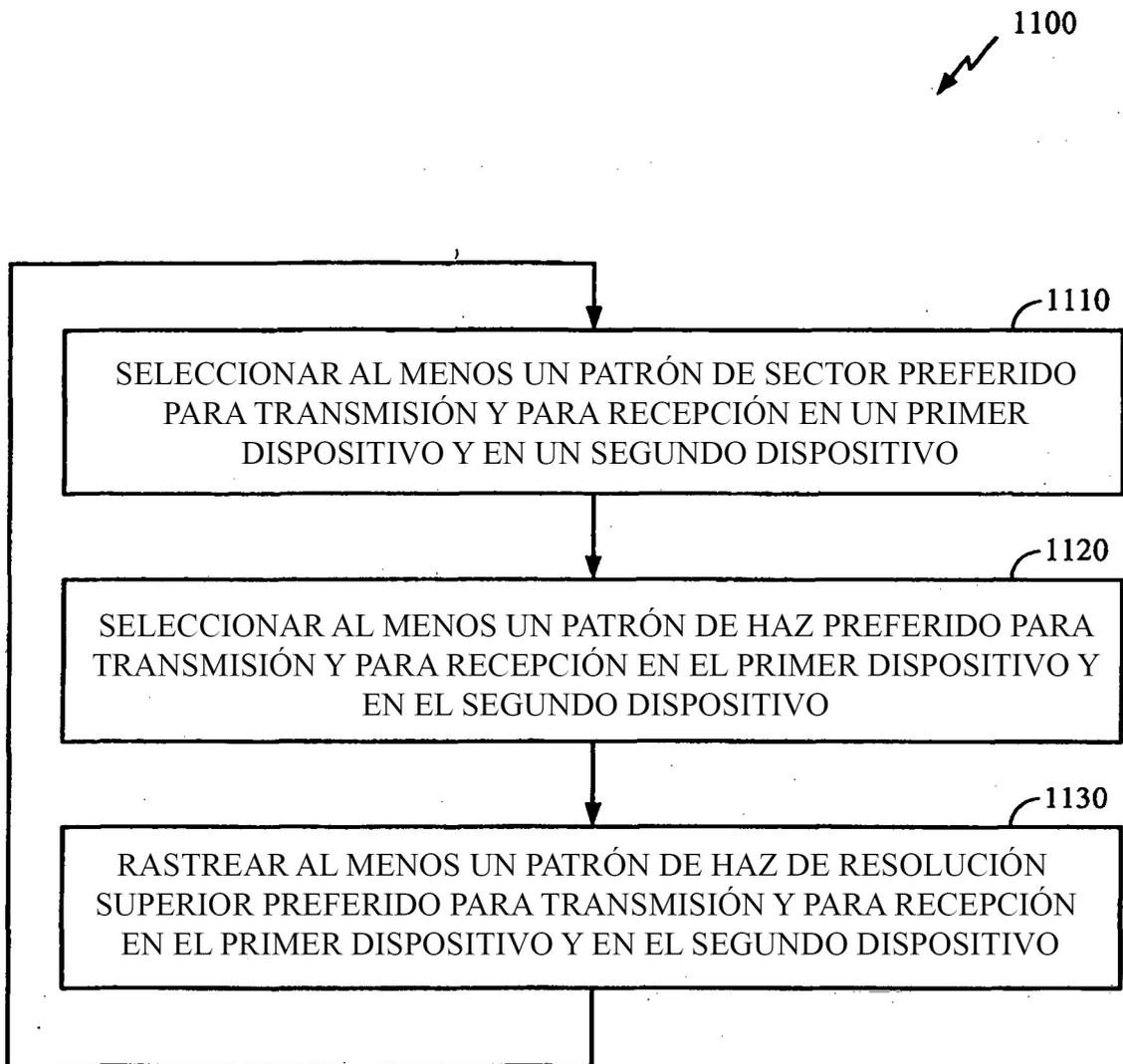


FIG. 11

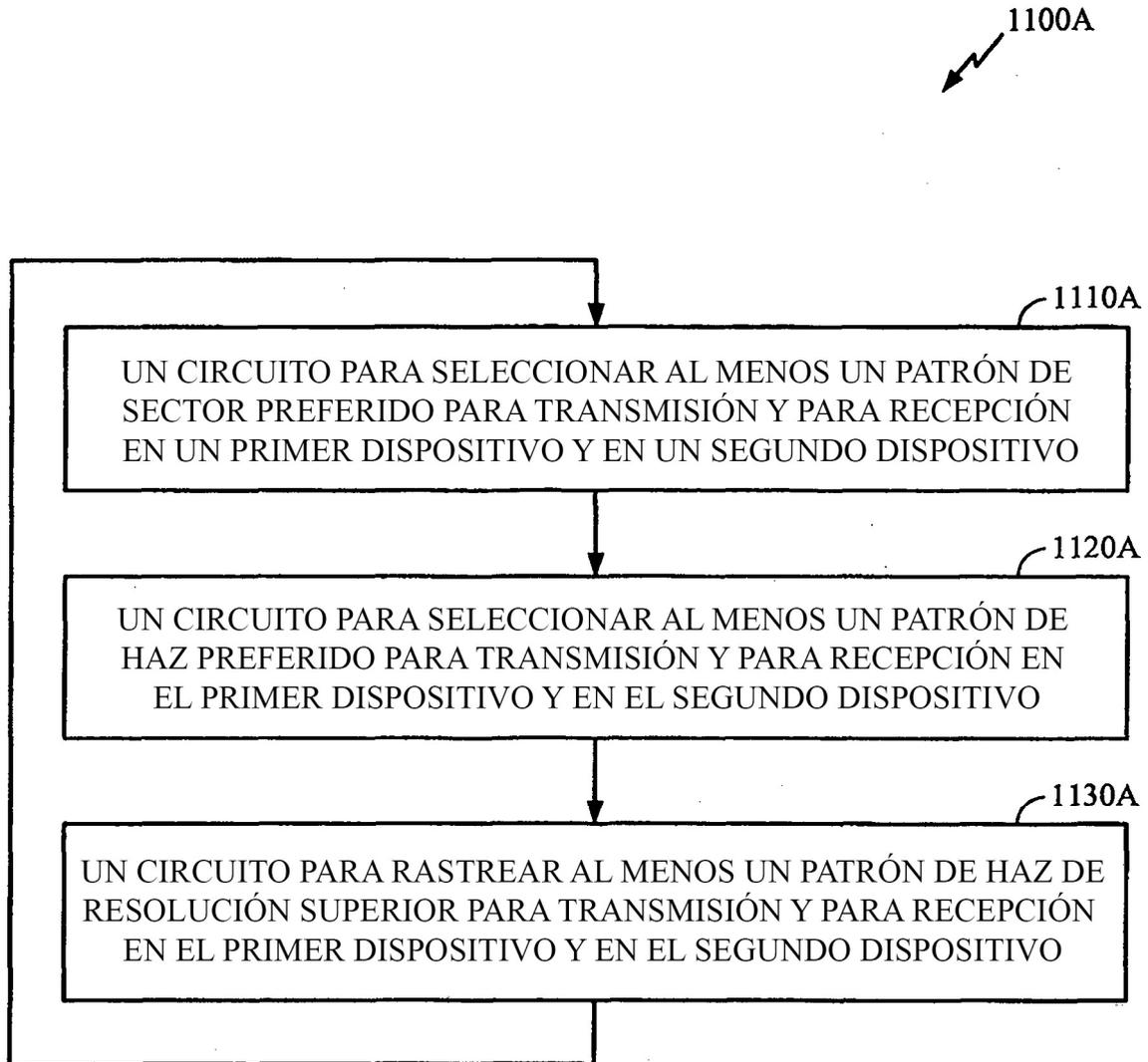


FIG. 11A

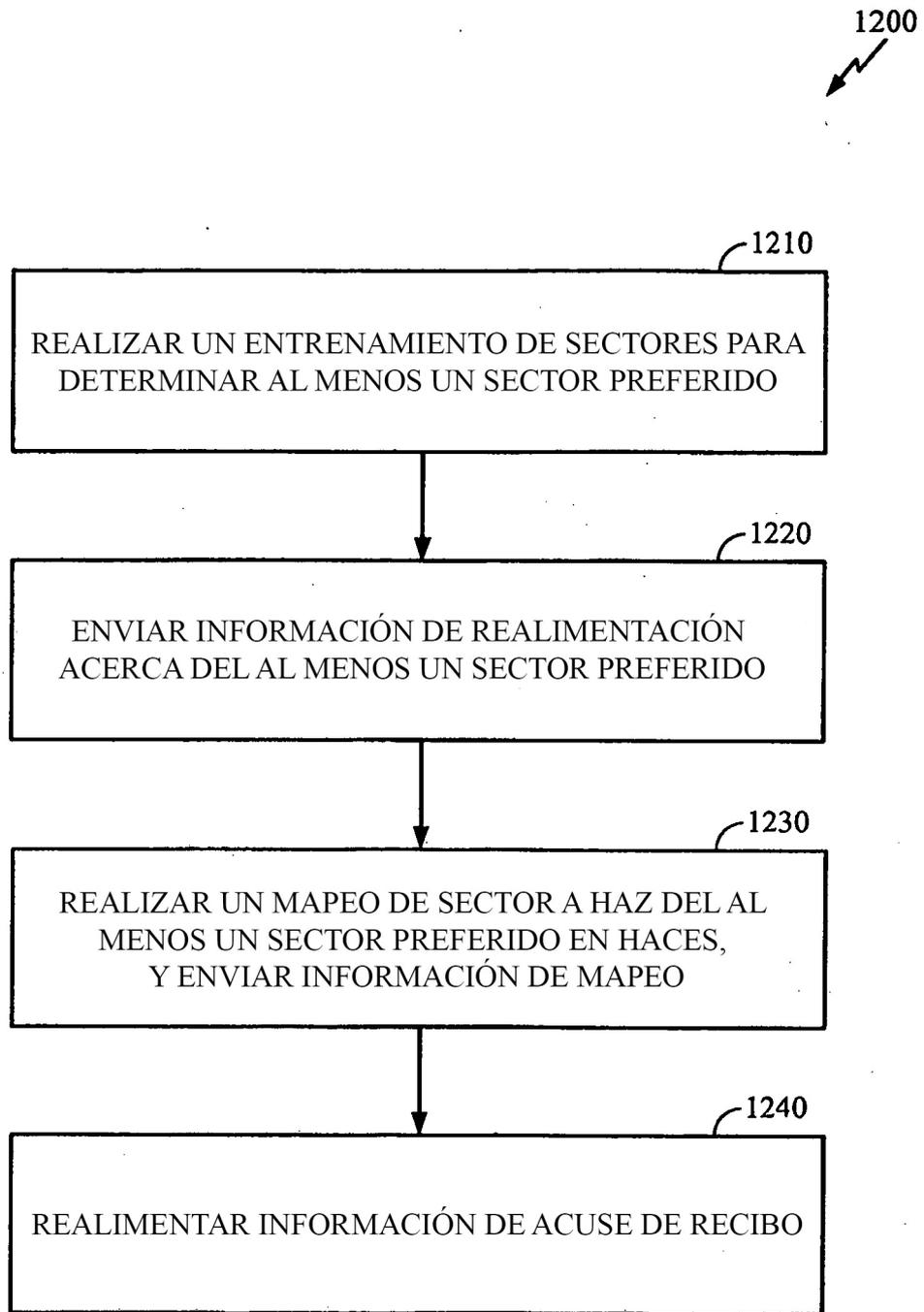


FIG. 12

1200A

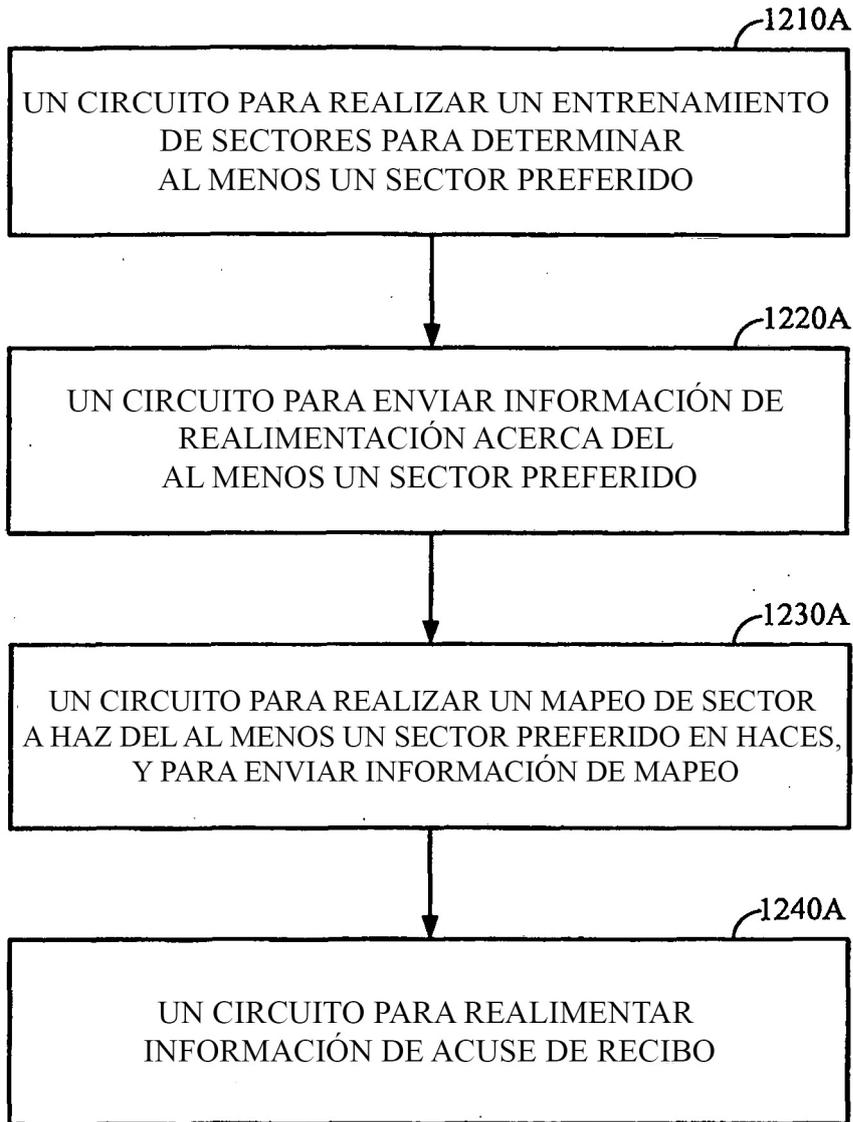


FIG. 12A

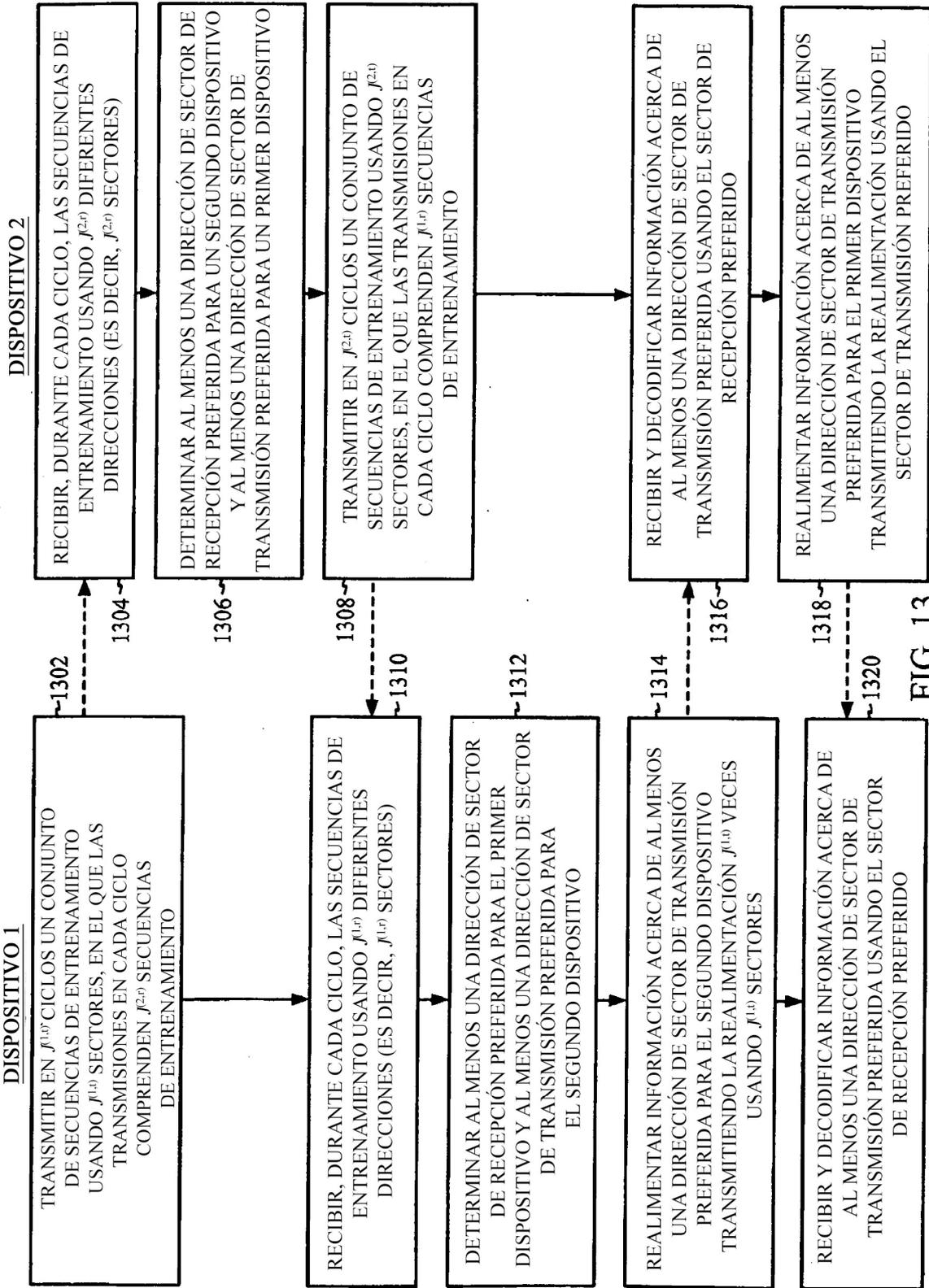


FIG. 13

1300 ↗

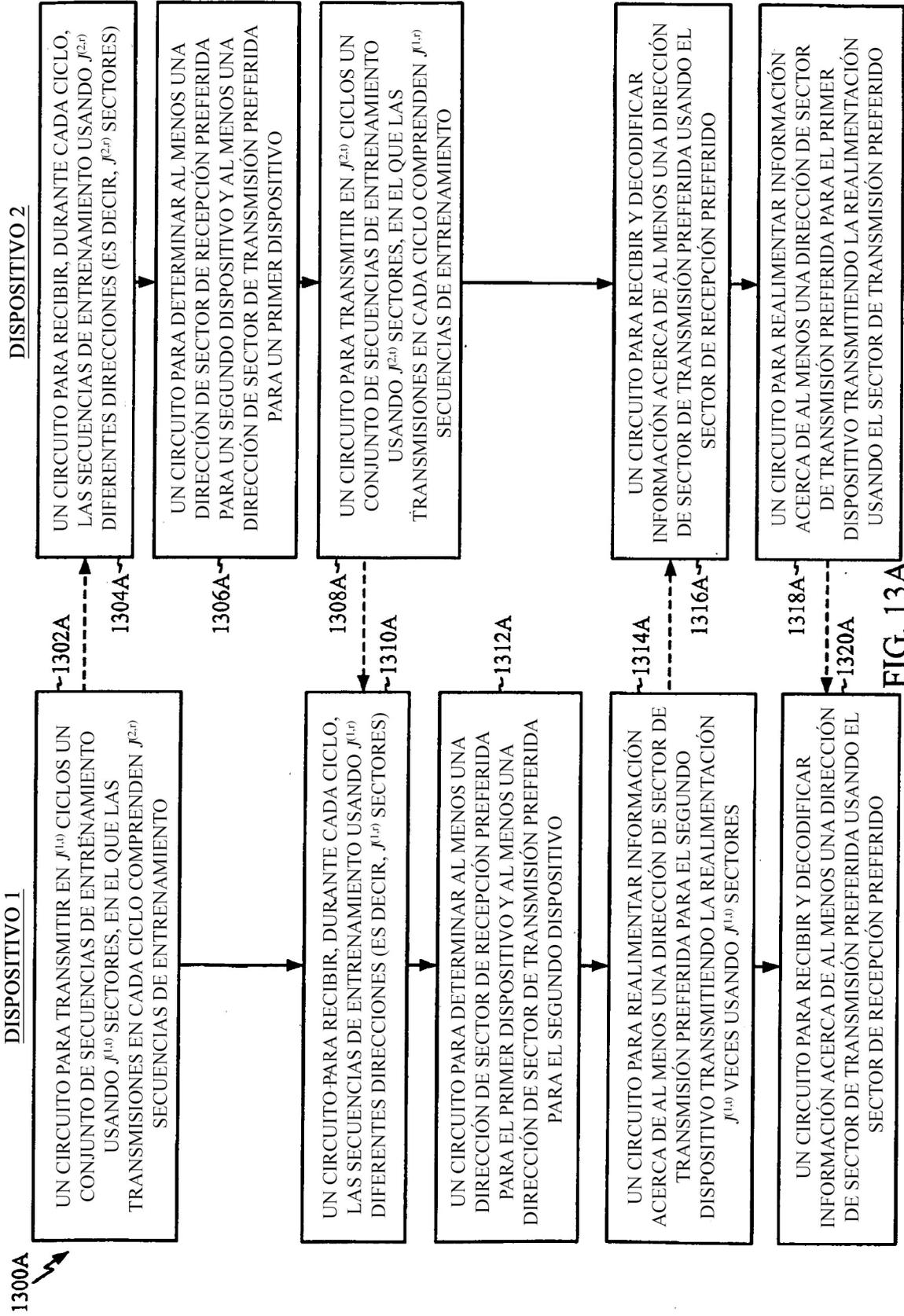


FIG. 13A



FIG. 14A



FIG. 14B

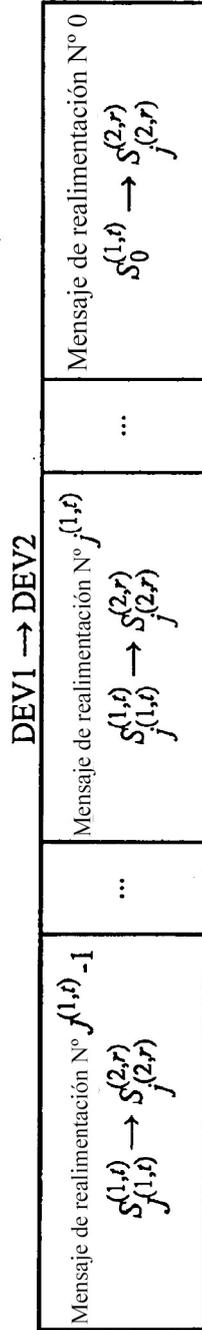


FIG. 14C

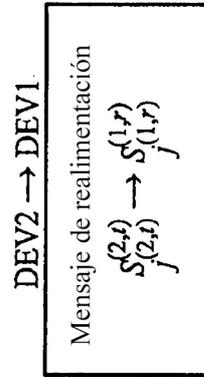


FIG. 14D

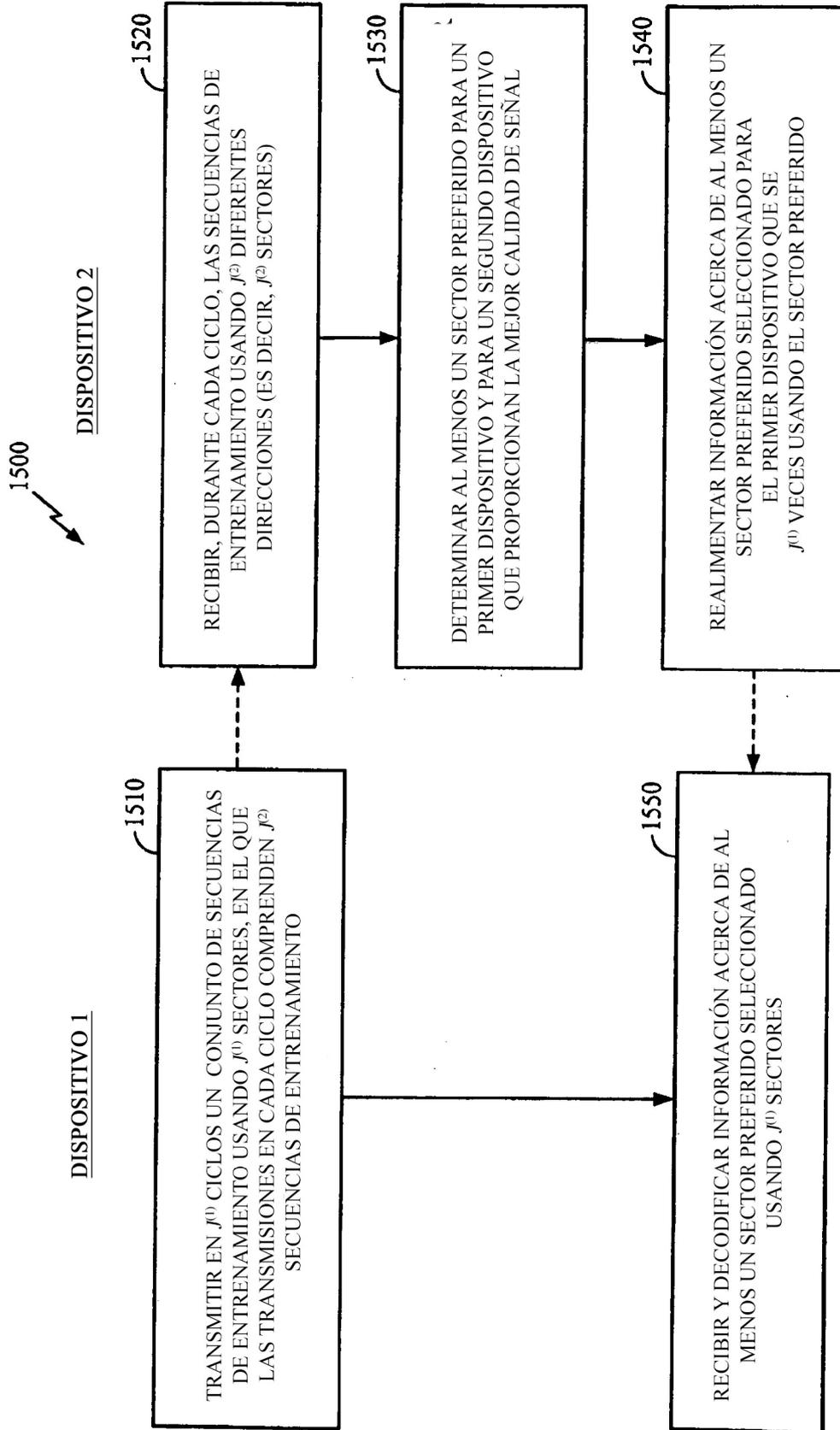


FIG. 15

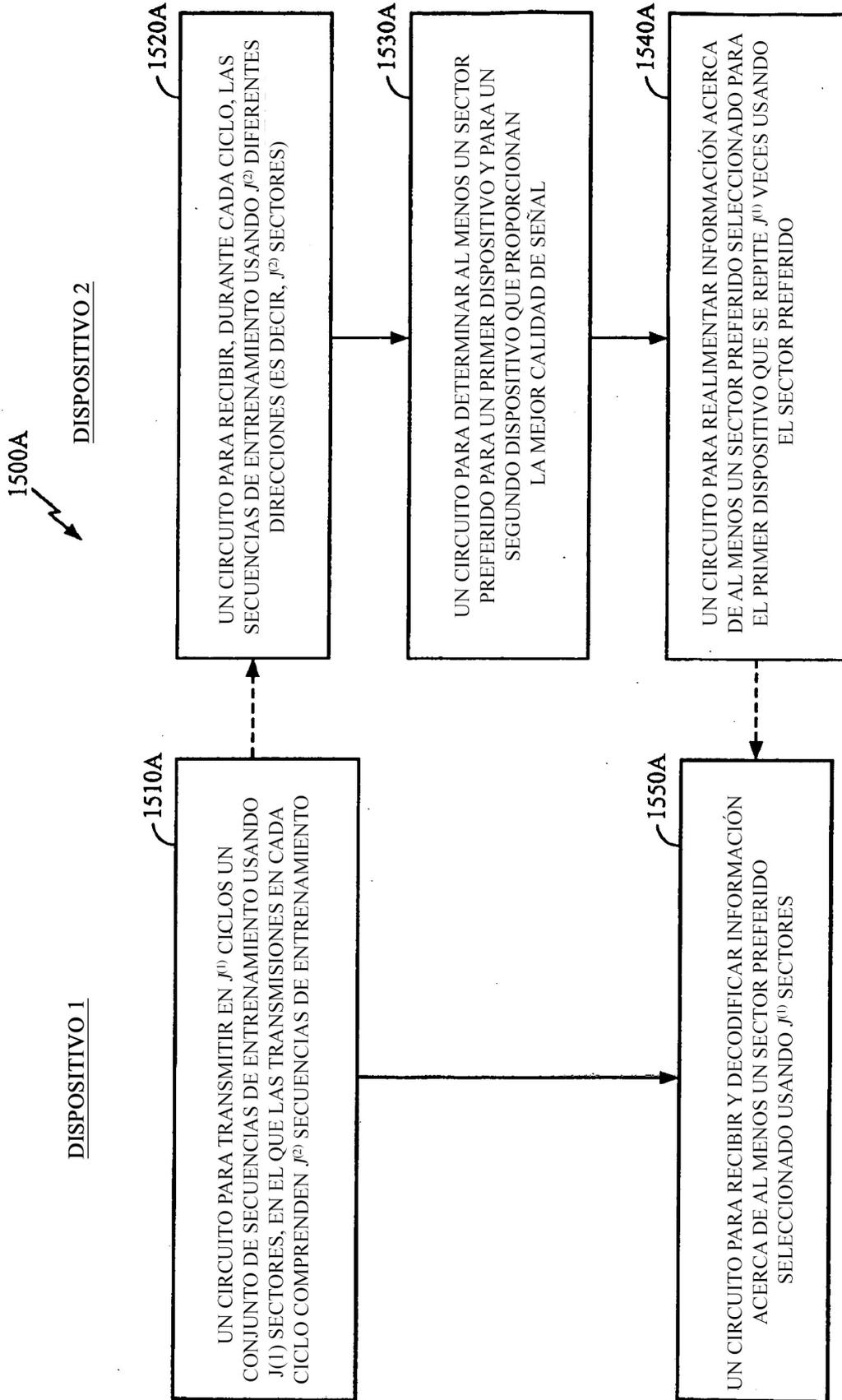


FIG. 15A



FIG. 16A

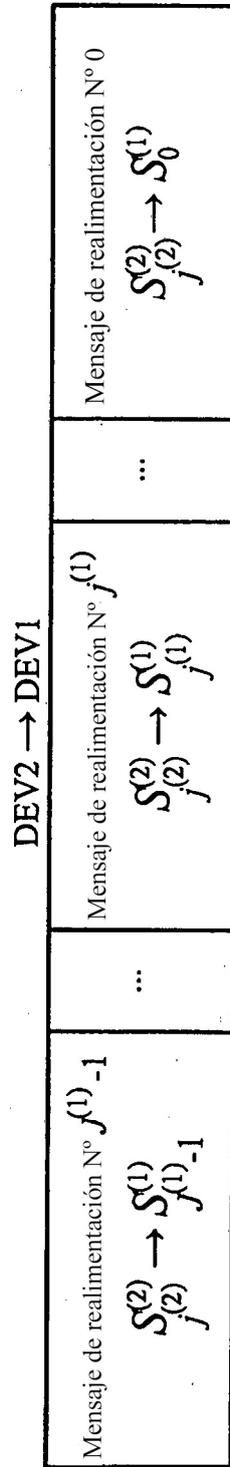


FIG. 16B

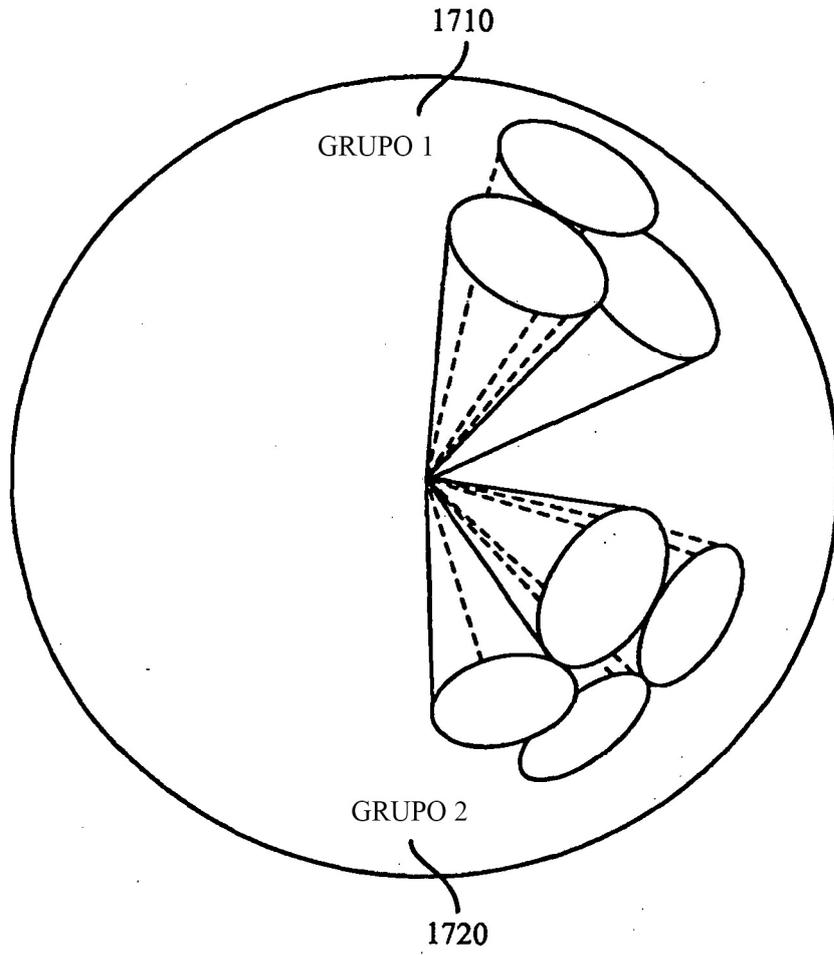


FIG. 17

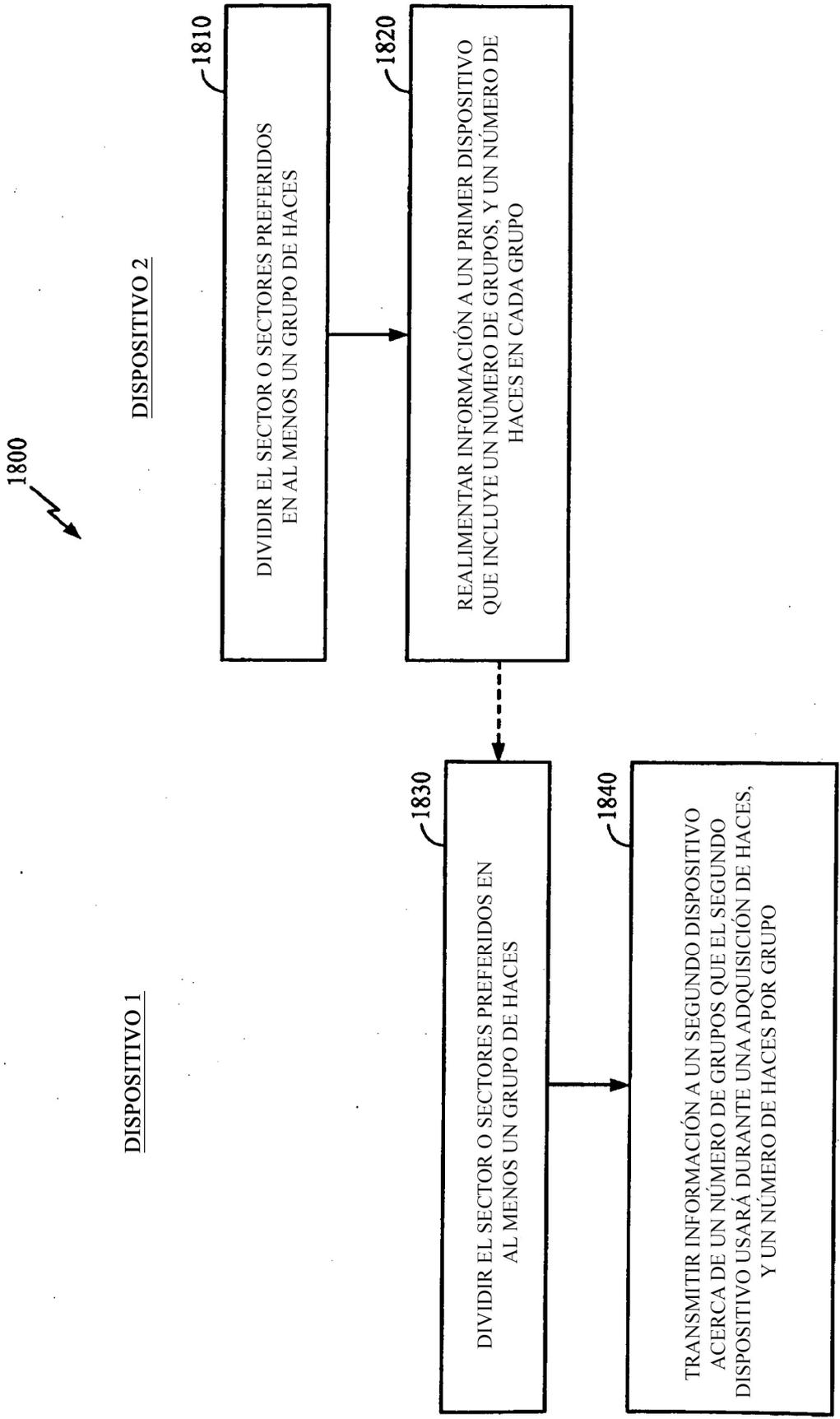


FIG. 18

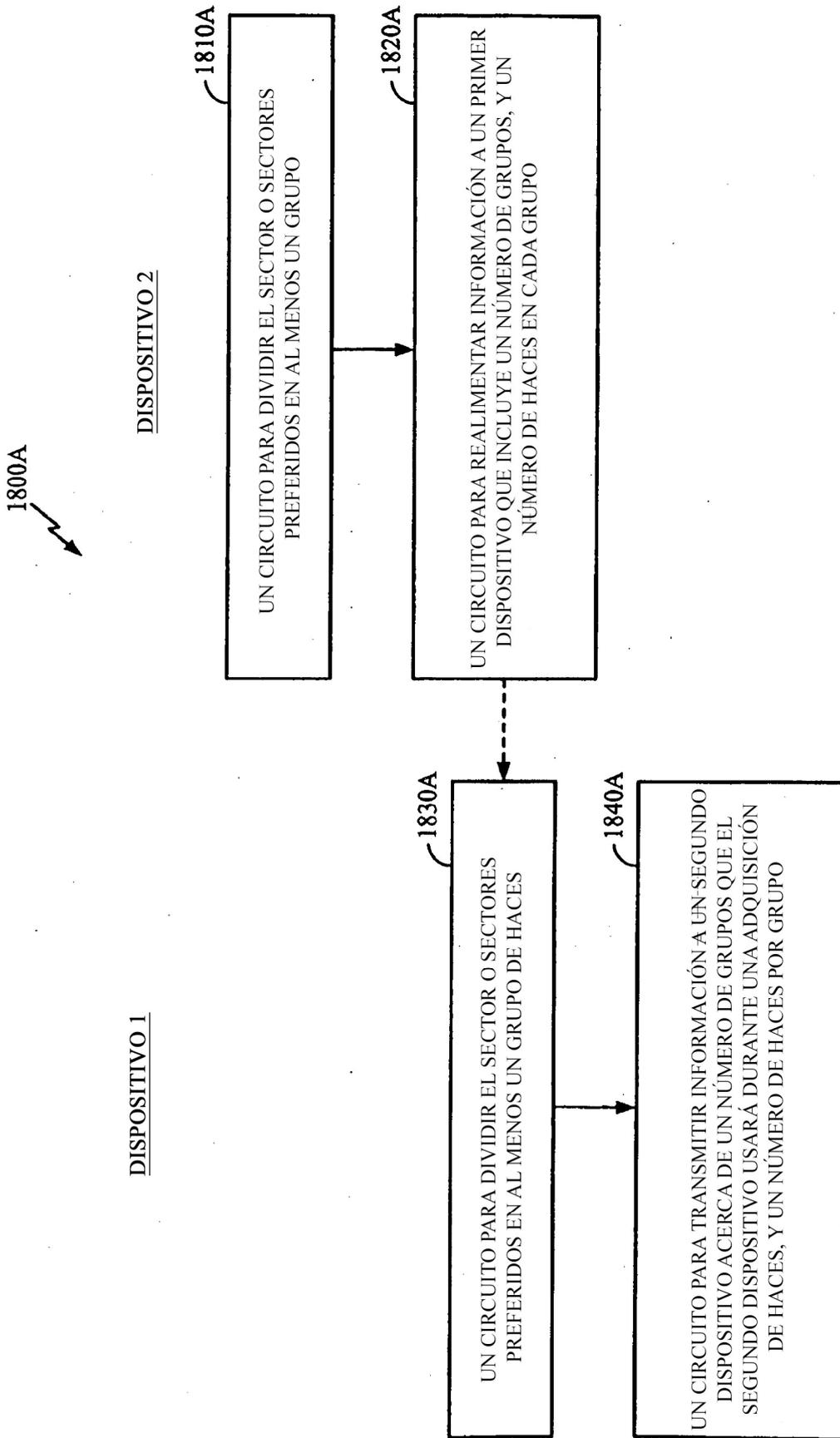


FIG. 18A

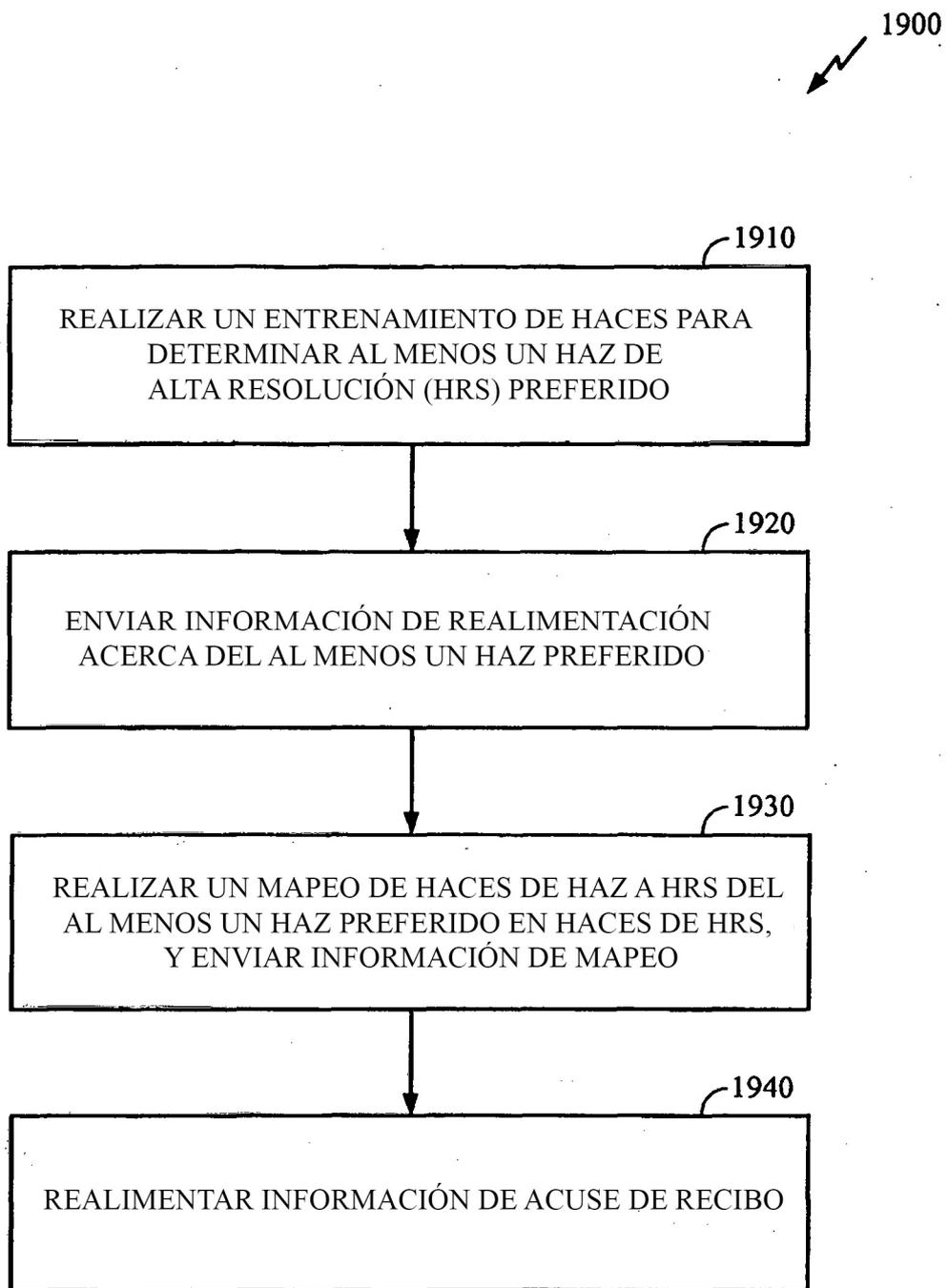


FIG. 19

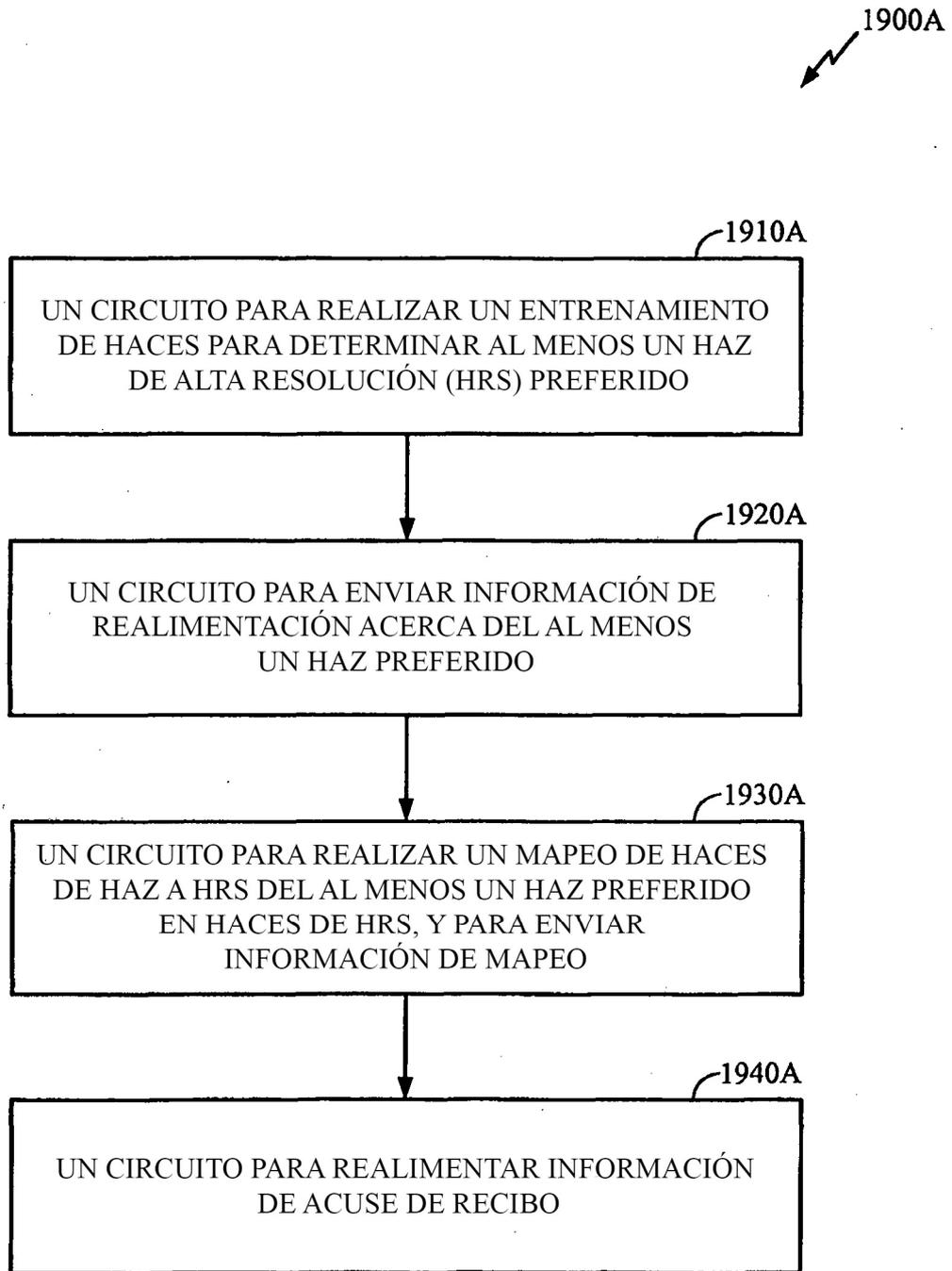


FIG. 19A

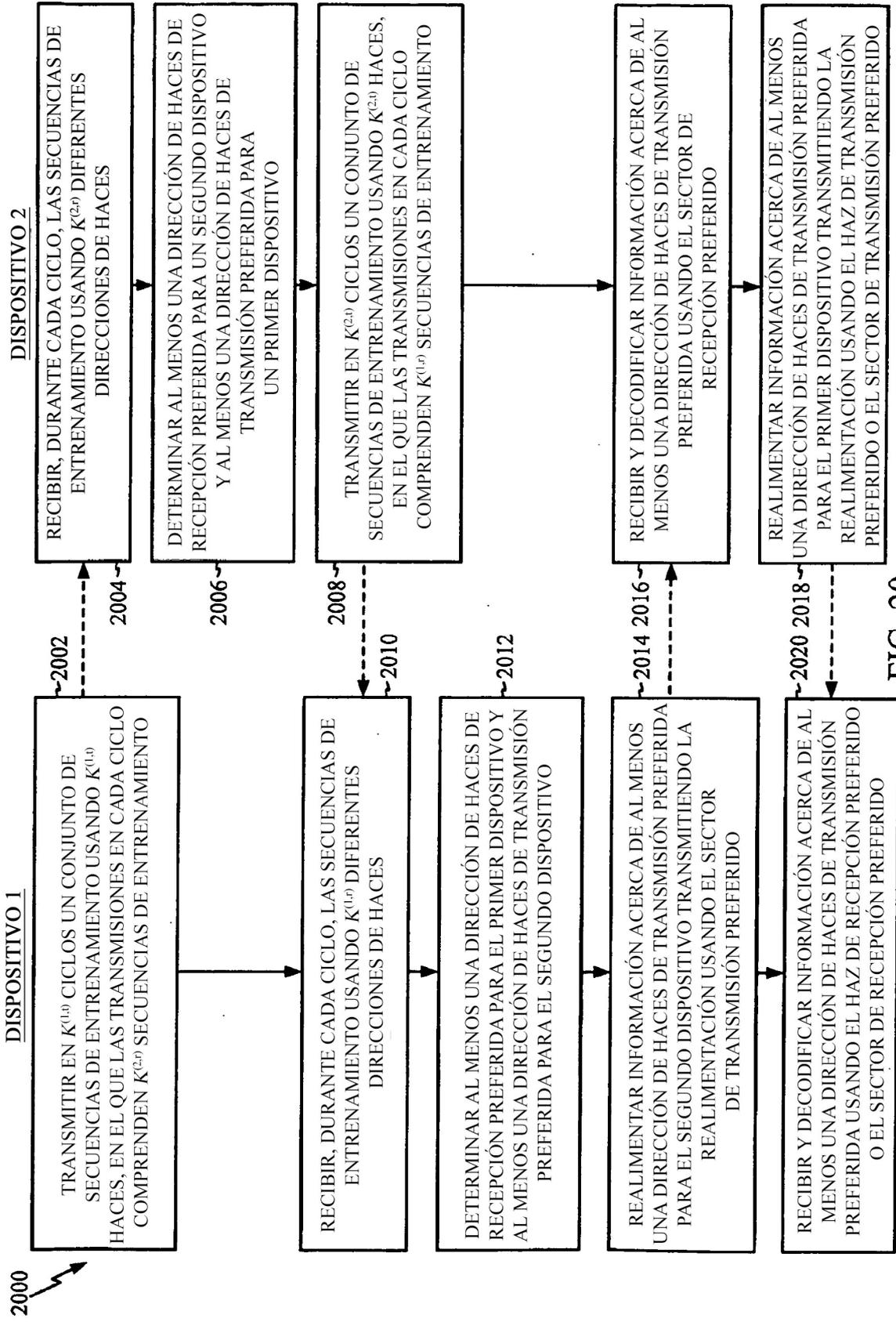


FIG. 20

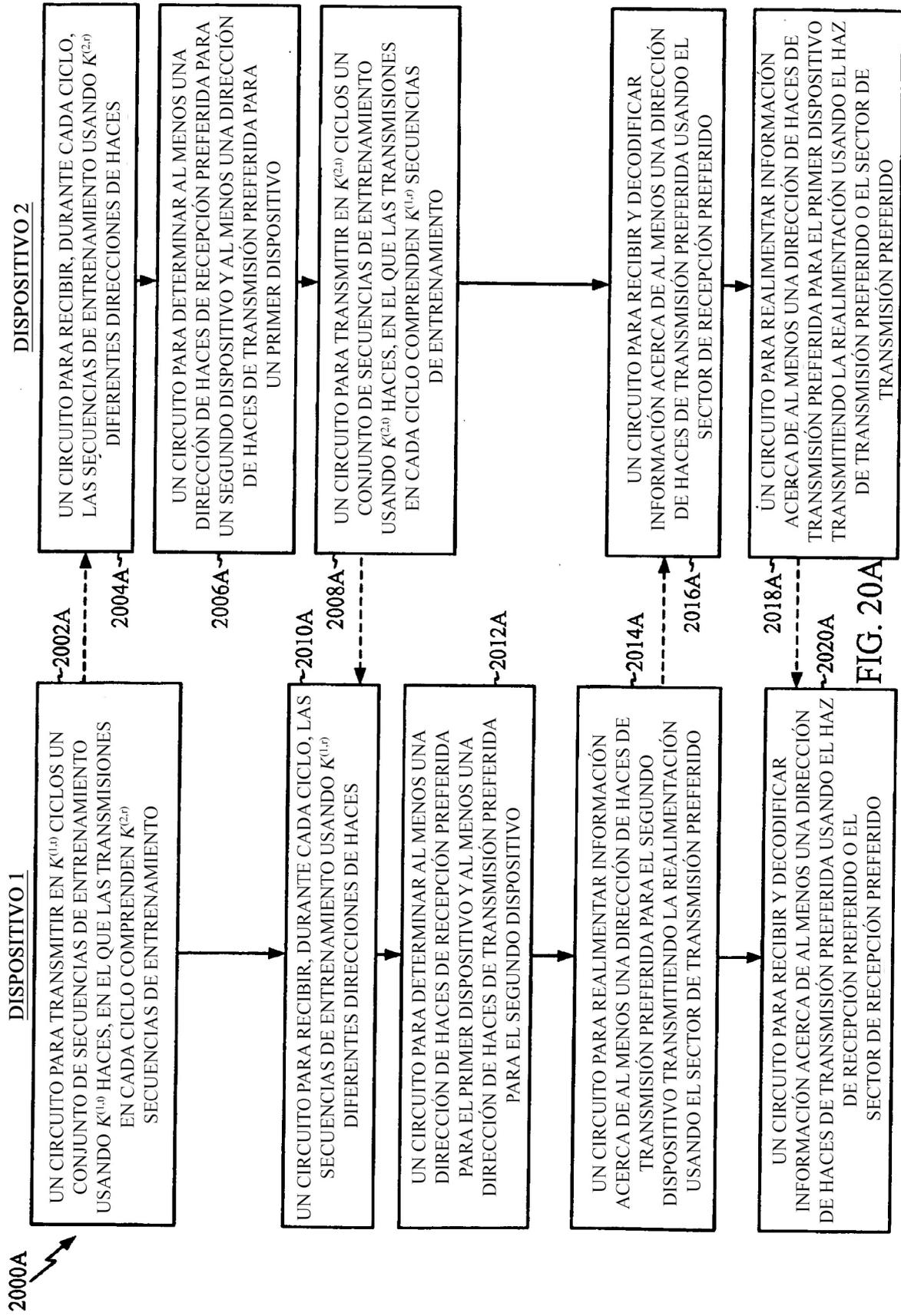


FIG. 20A

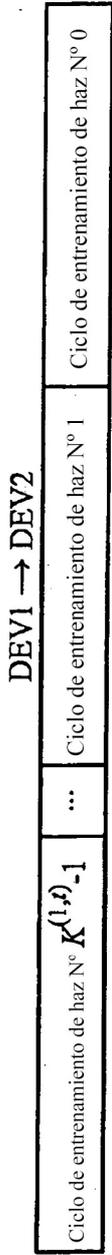


FIG. 21A



FIG. 21B

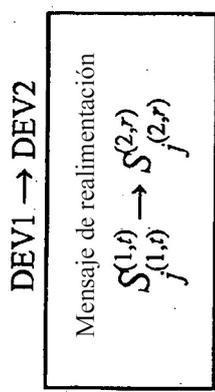


FIG. 21C

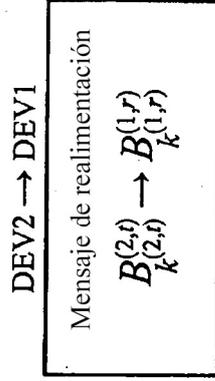


FIG. 21D

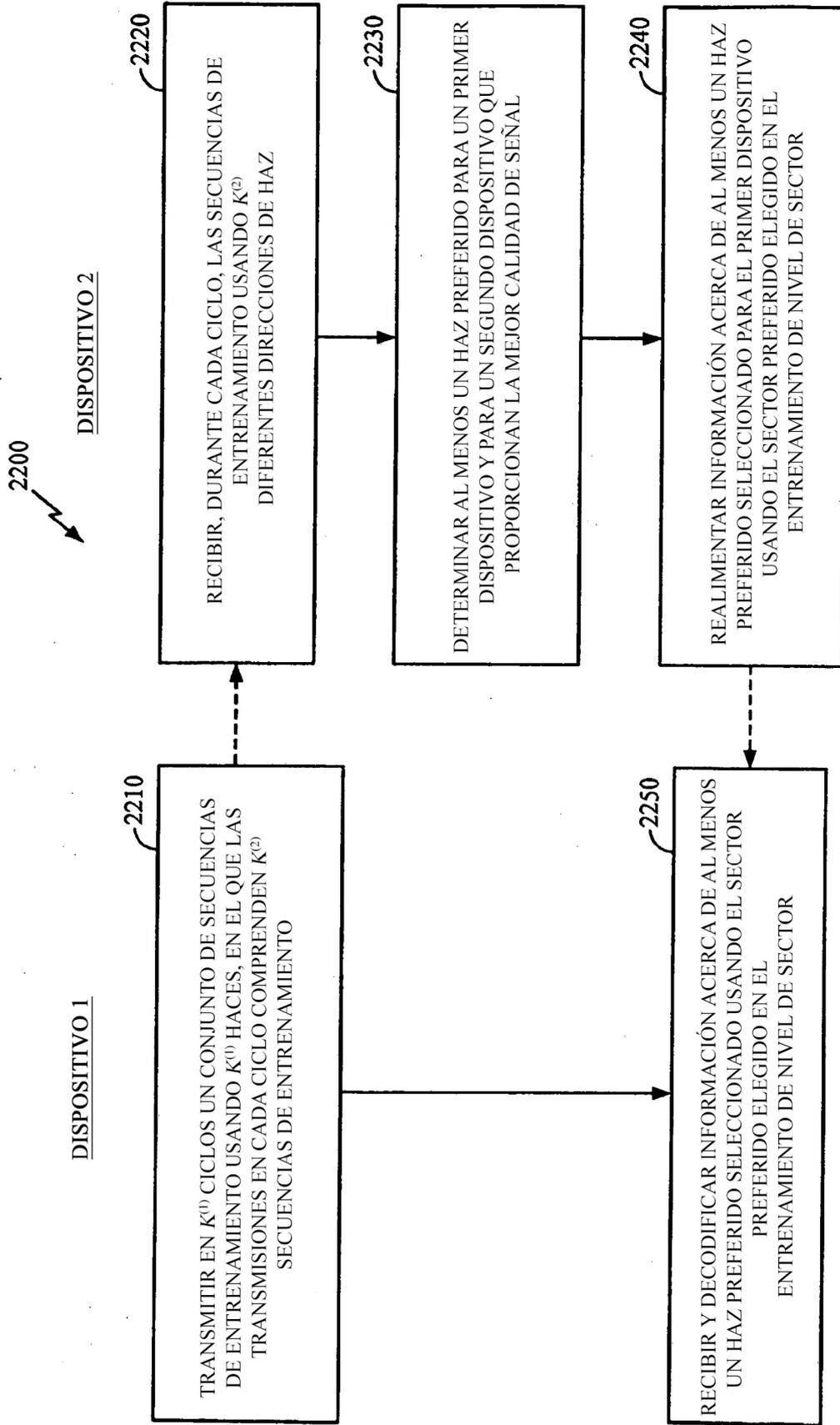


FIG. 22

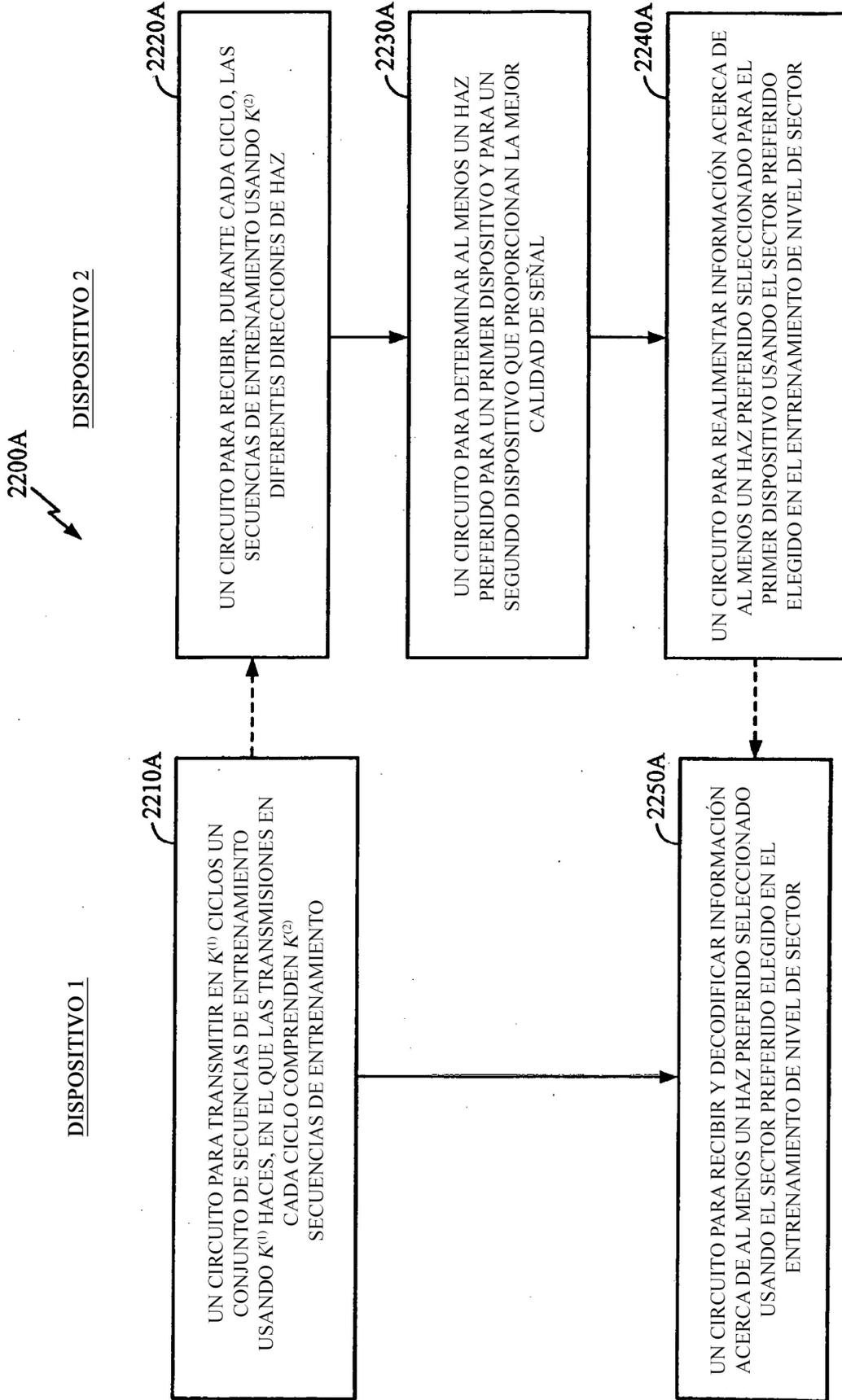


FIG. 22A



FIG. 23A

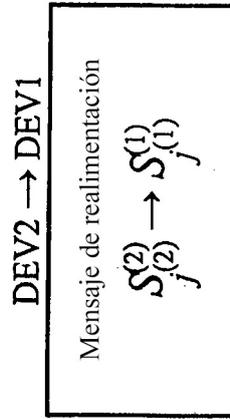


FIG. 23B

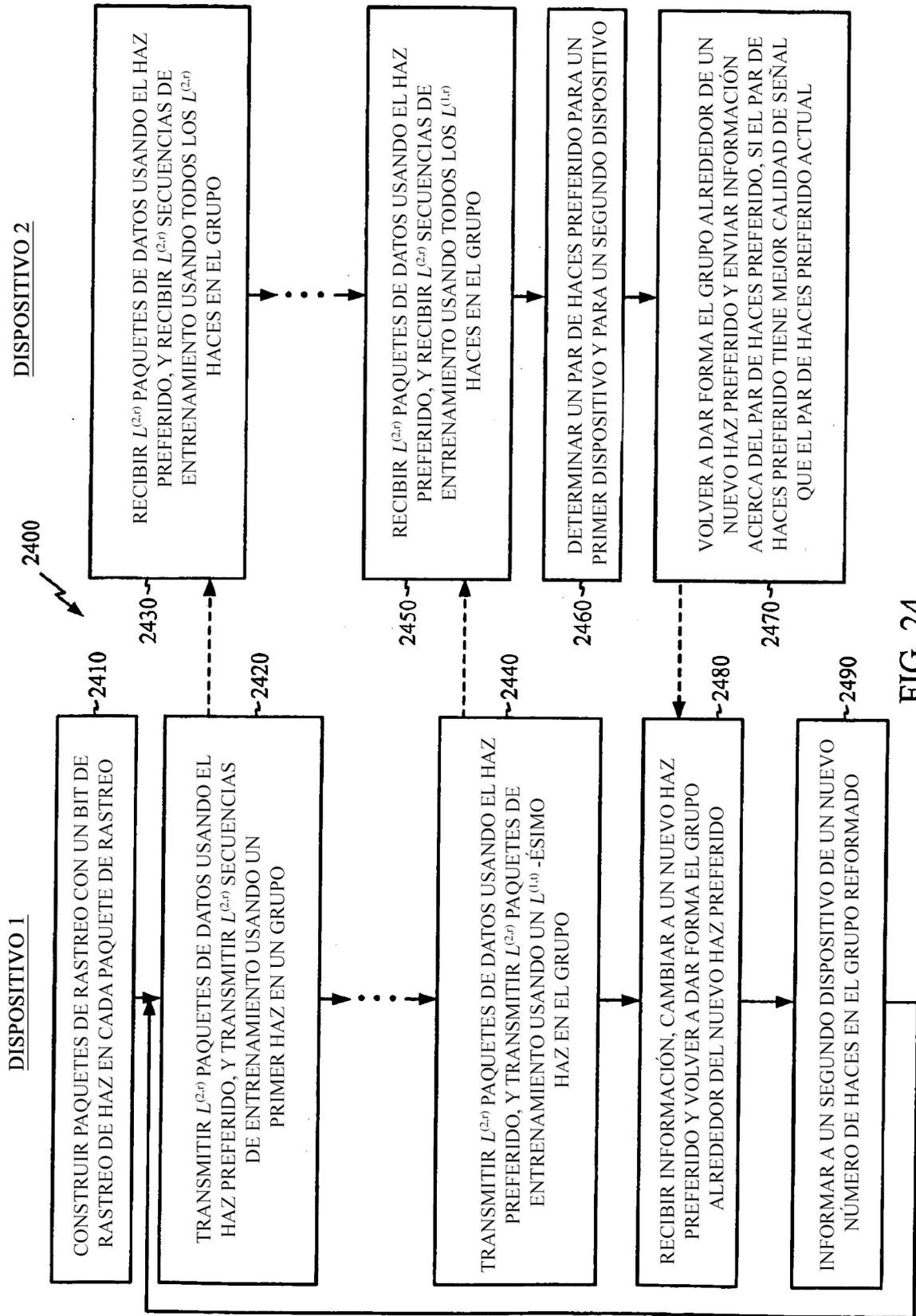


FIG. 24

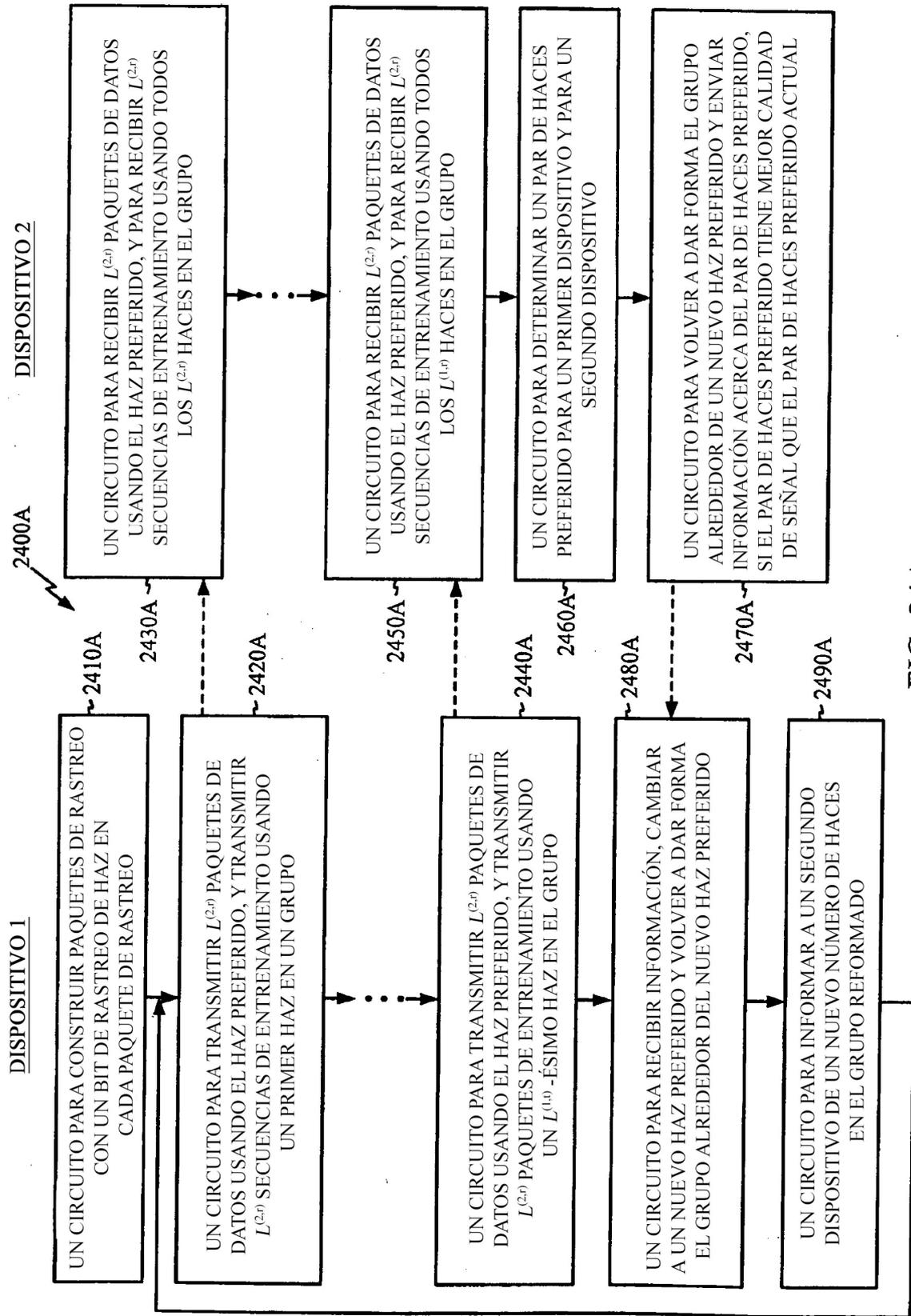


FIG. 24A

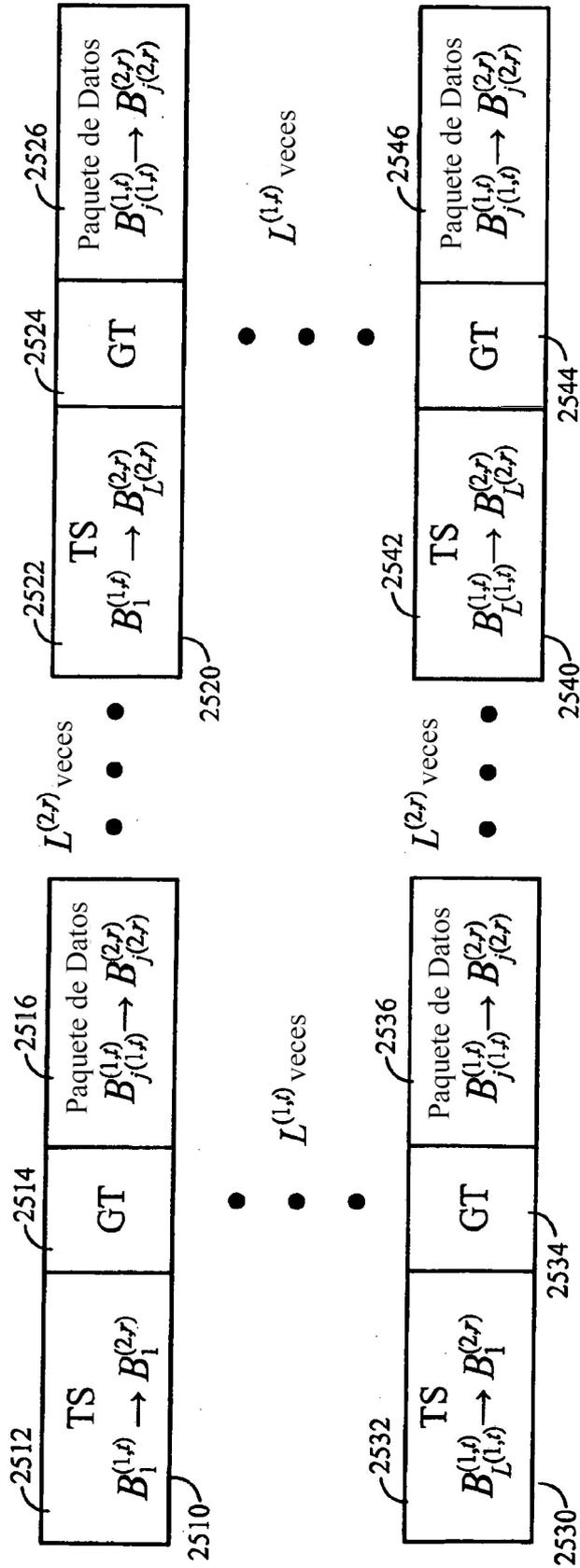


FIG. 25

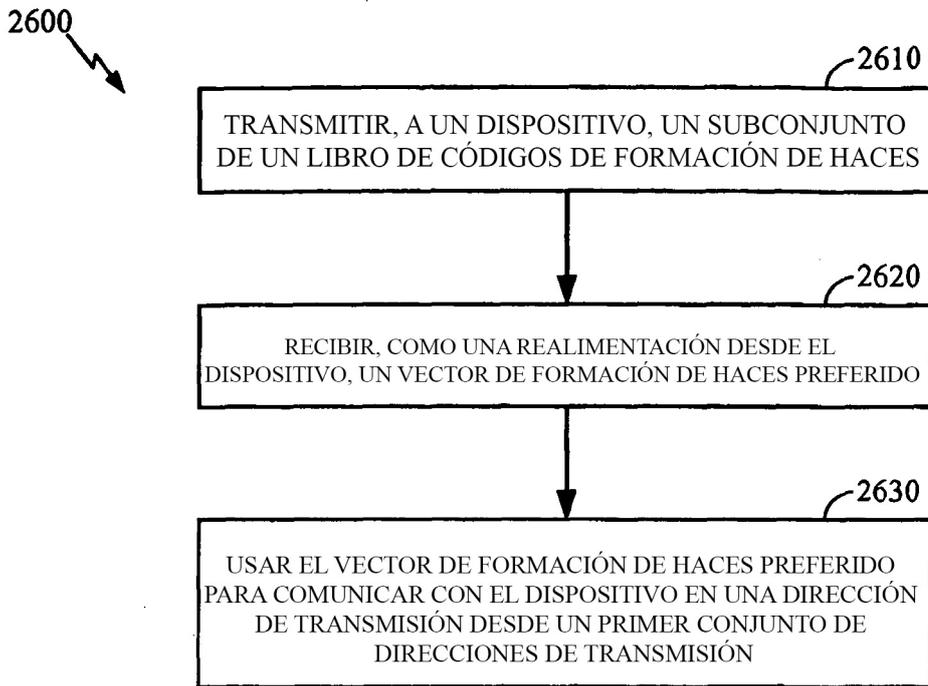


FIG. 26

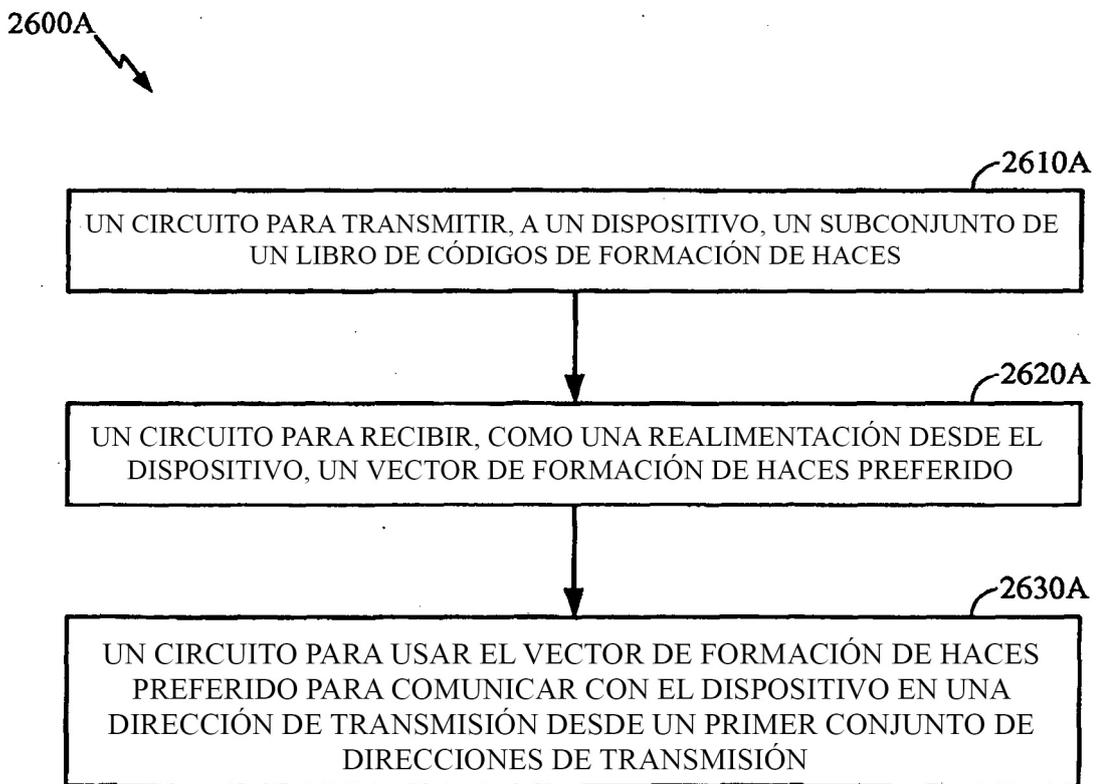


FIG. 26A

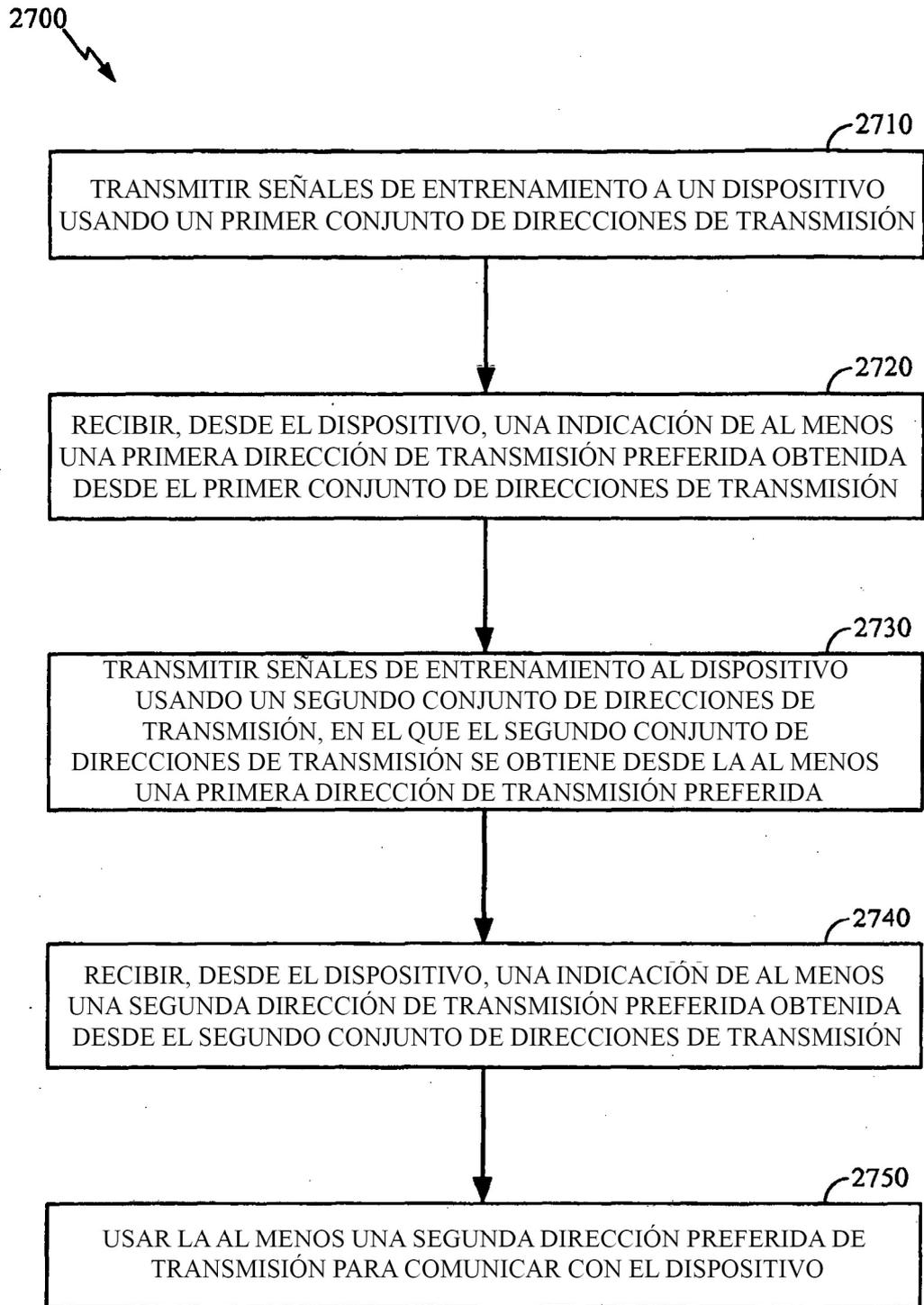


FIG. 27

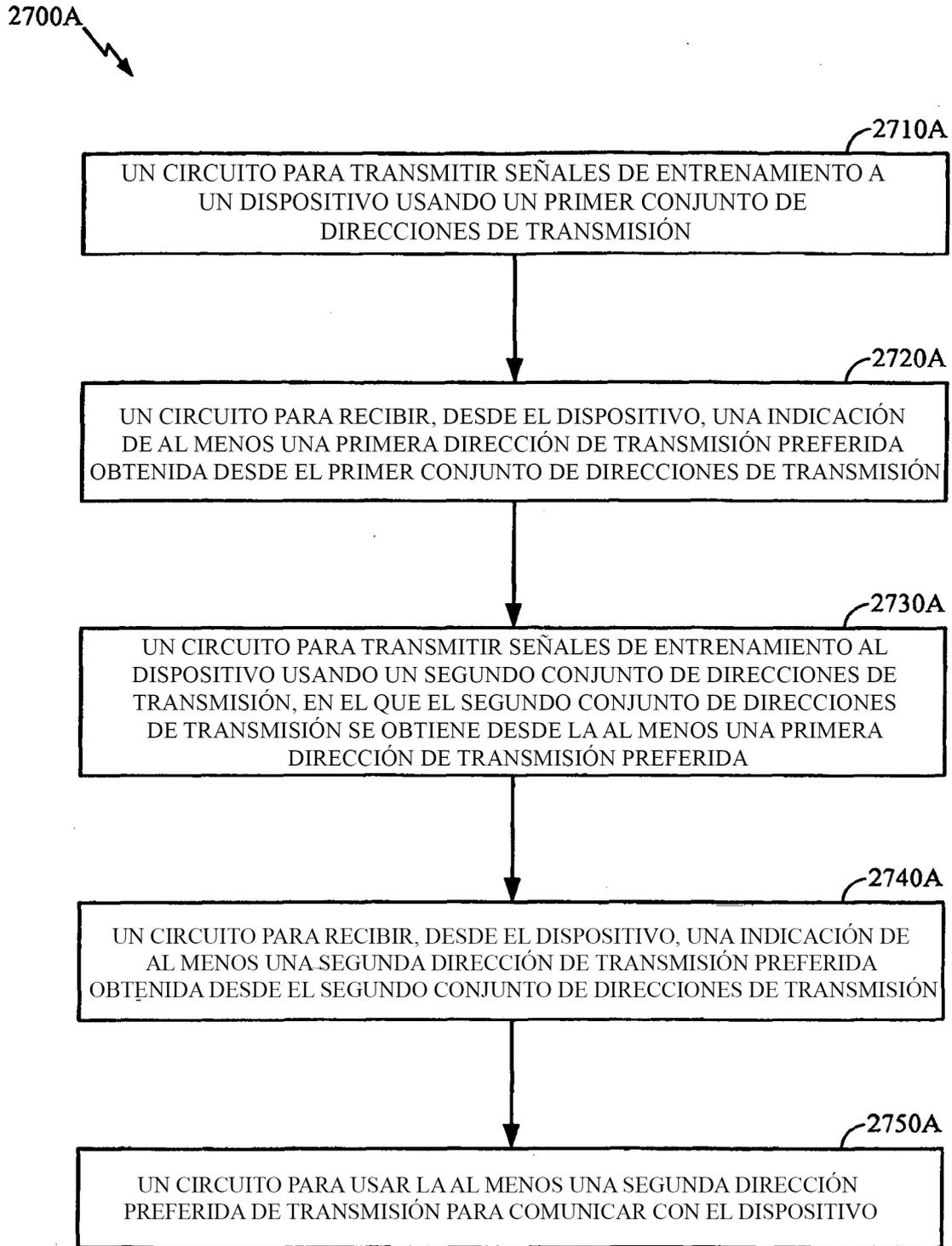


FIG. 27A

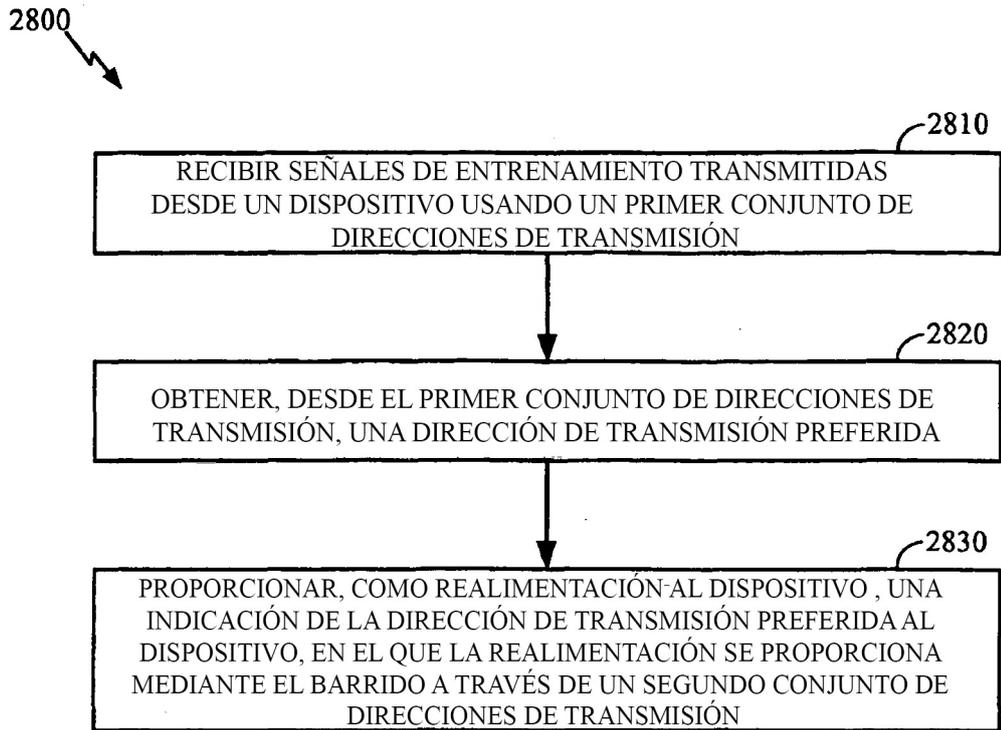


FIG. 28

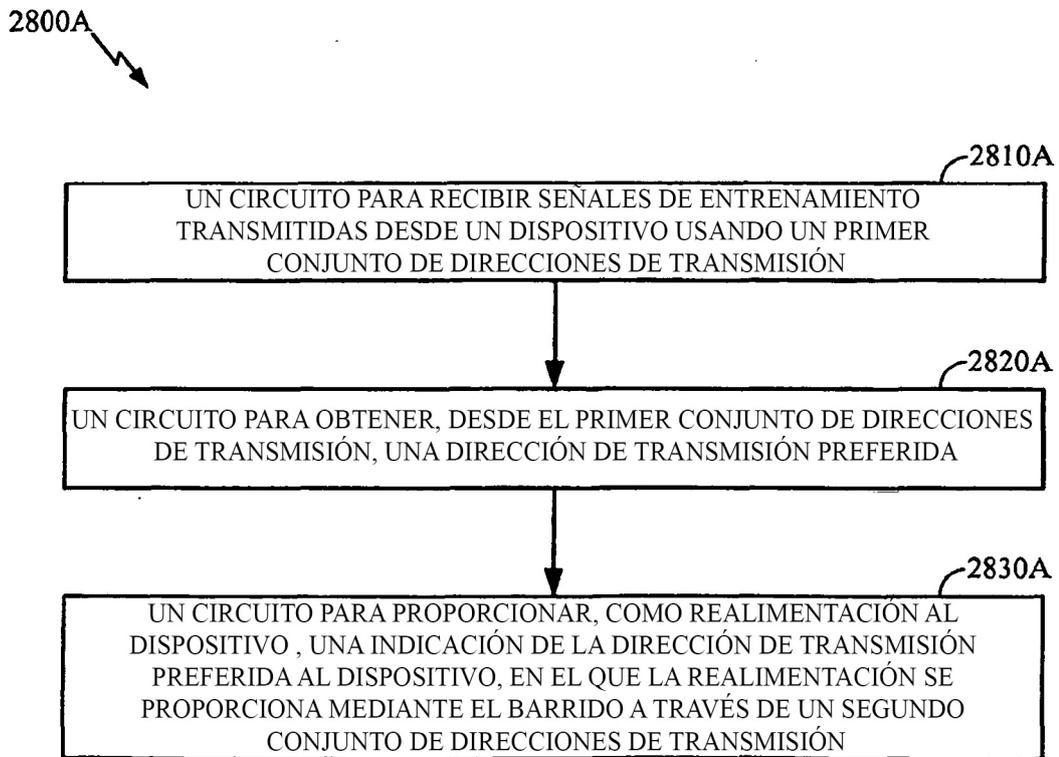


FIG. 28A