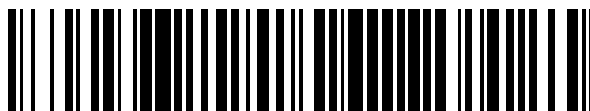


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 477**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04B 7/08** (2006.01)

**H04W 16/28** (2009.01)

**H04B 7/04** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.01.2010 PCT/IB2010/050065**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.08.2010 WO10095061**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2010 E 10743455 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2399347**

54 Título: **Entrenamiento de conformación de haces para aparatos con funcionalidad limitada**

30 Prioridad:

**23.02.2009 US 390880**

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

**04.11.2019**

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)  
Karakaari 7  
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**KAFLE, PADAM**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 729 477 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

Entrenamiento de conformación de haces para aparatos con funcionalidad limitada

### 5 Antecedentes

#### 1. Campo de la invención

10 Diversas realizaciones de ejemplo de la presente invención se refieren a la configuración de comunicación inalámbrica y, en particular, a la configuración de comunicación direccional usando procesos de entrenamiento de conformación de haces que determinan y seleccionan direcciones de transmisión y recepción.

#### 2. Antecedentes

15 El avance tecnológico en redes inalámbricas de muy alta velocidad para comunicación inalámbrica de corto alcance se ha impulsado mediante aplicaciones de banda ancha emergentes tal como interfaces multimedia de alta definición (wHDMI), interfaces de juego inalámbricas, retroceso de alta velocidad inalámbrica y servicios de distribución de contenido, etc. Los diseñadores se han centrado en la banda milimétrica de 60 GHz (mmWave) para implementar  
20 redes inalámbricas de alta velocidad y/o alta capacidad en vista de la abundancia de disponibilidad mundial de espectro no autorizado en esta banda. En al menos un escenario, las normas para redes de área local inalámbricas (WLAN) de muy alto caudal (VHT) que están en la actualidad en desarrollo se dirigen a objetivos de caudal muy alto en tasas de datos de 1 Gbps.

25 Sin embargo, implementar arquitecturas de comunicación inalámbrica en la banda de mmWave presenta muchos retos. Por ejemplo, diseños de radio potencialmente nuevos se verán afectados sustancialmente por restricciones de balance de enlace. En particular, cuando se compara con sistemas banda de frecuencia baja, el alcance de cobertura en la banda de mmWave está gravemente limitado por pérdida de propagación de espacio libre muy alta, penetración más alta, pérdidas de reflexión y dispersión y absorción de oxígeno atmosférico que afectará a las ondas portadoras de comunicación operando dentro de este espectro.

30 La sensibilidad en aumento a influencias ambientales que se ha vuelto evidente en la banda de mmWave puede afectar la eficiencia operacional general de comunicación. La calidad de señal inalámbrica puede sufrir debido a, por ejemplo, conexiones inestables y la retransmisión de paquetes perdidos puede afectar notablemente en el rendimiento de comunicación, así como otros sistemas que se basan en estos recursos. Como resultado, cualquier beneficio de capacidad que podría realizarse operando en la banda de 60 GHz puede anularse por lo tanto, en cierto modo, por un  
35 rendimiento de comunicación pobre.

Los documentos WO 2008/087604, US 2008/242243 y US 2008/130764 se han analizado en la persecución del  
40 presente caso.

El documento WO 2008/087604 se refiere a la habilitación de descubrimiento de dispositivos inalámbricos. Un dispositivo inalámbrico en un primer sector de antena se descubre usando una antena direccional, que envía y recibe  
45 señales en múltiples sectores de antena. Baliza transmitida por el dispositivo primario (en ranuras de tipo P) incluye la información de la ranura de tipo S (por ejemplo, número, ubicación, número de sector) en la que cualquier dispositivo inalámbrico secundario de recepción debería enviar una respectiva baliza secundaria.

El documento US 2008/242243 se dirige a proporcionar una estación base capaz de seleccionar un haz óptimo entre los transmitidos de múltiples haces. Se determinan las potencias de señal recibida y se elige el haz con la mayor potencia. Se usan coeficientes de ponderación de transmisión para ponderar los datos de transmisión.

50 El documento US 2008/130764 divulga la obtención de un vector de conformación de haces de transmisión para transmisión de datos de video de alta definición a través de un medio inalámbrico.

### Sumario

55 Implementaciones de ejemplo de la presente invención, de acuerdo con diversas realizaciones, pueden dirigirse a al menos un proceso, programa informático, aparato y sistema para facilitar la selección de señales de comunicación direccionales que corresponden a aparatos con los que se desea comunicación inalámbrica.

### 60 Descripción de los dibujos

Diversas realizaciones de ejemplo de la presente invención pueden entenderse a partir de la siguiente descripción detallada e implementaciones de ejemplo tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

65 La Figura 1A divulga ejemplos de aparatos que interactúan a través de comunicación inalámbrica de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.

- La Figura 1B divulga un ejemplo de un diseño funcional que corresponde a los aparatos anteriormente descritos en la Figura 1 A.
- 5 La Figura 2 divulga un ejemplo de conformación de haces ajustando la fase de un sistema de antena de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- La Figura 3 divulga una interacción de ejemplo de aparatos que incluye sistemas de antena ajustables de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 10 La Figura 4 divulga ejemplos de un conjunto de servicio básico privado (PBSS) y una estructura de intervalo de baliza es un PBSS de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- La Figura 5 divulga un ejemplo de modo por defecto bidireccional de entrenamiento de nivel de sector de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 15 La Figura 6 divulga ejemplos de tramas de comunicación de BFT y parámetros de campo usables de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- La Figura 7 divulga ejemplos de tramas de comunicación de realimentación de BFT y parámetros de campo usables de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 20 La Figura 8 divulga un ejemplo de entrenamiento de sector asimétrico de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 25 La Figura 9 divulga un ejemplo de un proceso de configuración de entrenamiento de conformación de haces cuando el entrenamiento de BFT tiene que solicitarse para un periodo basado en contienda (CBP) de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 30 La Figura 10 divulga un ejemplo de entrenamiento de sector bidireccional de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- La Figura 11 divulga ejemplos de tramas de BFT ampliadas usables de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 35 La Figura 12 divulga ejemplos de estructuras de tramas de petición y parámetros de campo usables de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- La Figura 13 divulga un ejemplo de transmisiones de punto de control de conjunto de servicios básicos privados (PCP) hacia un aparato de haz fijo con recepción de dirección fija de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 40 La Figura 14A divulga un diagrama de flujo de un proceso de ejemplo de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.
- 45 La Figura 14B divulga un diagrama de flujo de otro proceso de ejemplo de acuerdo con al menos una realización de la presente invención.

### Descripción de ejemplos de las realizaciones

- 50 La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. A continuación, realizaciones que no pertenecen al alcance de las reivindicaciones deberían entenderse como ejemplos útiles para entender la invención.

Mientras la presente solicitud se ha descrito a continuación incorporada en términos de uno o más de ejemplos de implementación, pueden hacerse diversos cambios en la misma sin alejarse del alcance de la invención, como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

55

Para superar potencialmente grandes pérdidas de trayectorias que pueden experimentarse cuando se implementa, por ejemplo, una arquitectura de radio de 60 GHz, técnicas de conformación de haces para ajustar sistemas de antena de múltiples elementos en ambos lados de transmisión y recepción pueden volverse muy importantes. En muchos entornos de canal, la ausencia de dispersión o riqueza significativa en operación de múltiples trayectorias puede reducir la aplicabilidad de esquemas de multiplexación espacial de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) tradicional en un esfuerzo por incrementar la eficacia espectral. Como resultado, se requieren técnicas de conformación de haces simples con el objetivo de transmitir y recibir hacia la dirección de mejor haz para maximizar la relación señal a ruido (SNR) para un único flujo de datos espacial. Dada la longitud de onda mucho más pequeña (por ejemplo, 5 mm para 60 GHz) en esta banda, puede construirse un número sustancial de elementos de antena en un área relativamente pequeña que puede integrarse adicionalmente con otros componentes de RF en el extremo frontal de RF. Para ampliar

60

65

el alcance de cobertura, estos sistemas de antena pueden equiparse con capacidad de dirección de haz para centrarse en la mejor dirección de transmisión y recepción. Sistemas de antena pueden constar adicionalmente de múltiples antenas sectoriales con capacidad de conmutación de sector en una dirección de sector deseada.

5 La Figura 1A divulga un ejemplo que comprende dos aparatos que se utilizarán en este documento para explicar diversas implementaciones de ejemplo de la presente invención. Mientras en la Figura 1A se muestran dos dispositivos que incluyen una primera estación (STA-A) y segunda estación (STA-B) 100, las diferentes realizaciones de la presente invención no se limitan específicamente a esta configuración, y puede aplicarse en escenarios en los que están interactuando más dispositivos. Por ejemplo, uno de los aparatos puede tomar la función de un punto de control en un conjunto de servicio básico privado (un PCP en un PBSS). Adicionalmente, también pueden existir situaciones en las que uno de los aparatos toma la función del PCP únicamente temporalmente, por ejemplo, en un entorno de red ad-hoc en el que las funciones de los aparatos participantes están cambiando constantemente. Además, STA-A 110 y STA-B 100 se muestran acoplados a sistemas de antena externos 112 y 102, respectivamente. Mientras estos sistemas de antena se han mostrado como entidades separadas de cada aparato, esta representación se ha usado meramente para facilitar la divulgación de las diversas realizaciones de la presente invención. Como se expone anteriormente, sistemas de antena para su uso en, por ejemplo, la banda de 60 GHz también puede implementarse en una configuración más compacta (por ejemplo, como parte de un circuito integrado o conjunto de chips) que puede incorporarse dentro de cada aparato.

20 Cada sistema de antenas puede incluir una pluralidad de antenas (por ejemplo, mostradas en 114 y 104). El número de antenas en un sistema de antena puede depender de las características de un aparato. Por ejemplo, restricciones en tamaño de aparato, potencia, procesamiento, etc. pueden dictar el número de antenas que pueden soportarse en un aparato. Algunas o todas las antenas 114 y 104 en los sistemas de antena 112 y 102 pueden estar activas en cualquier momento dado, que puede resultar en una señal de comunicación, representada por ejemplo en la Figura 1A en 116. En la configuración de ejemplo divulgada en la Figura 1A, la señal 116 está operando en un modo multidireccional. También puede haber casos en los que el sistema de antenas puede comprender, por ejemplo, un conjunto conmutado de antenas de haz fijo direccional.

Ahora haciendo referencia a la Figura 1B, se divulga una configuración de dispositivo de ejemplo de acuerdo con al menos una realización de la presente invención. Por ejemplo, el diseño básico divulgado en la Figura 1B puede aplicarse a uno o ambos de los aparatos de ejemplo divulgados en la Figura 1A. La sección de procesamiento 120 puede comprender uno o más componentes de procesamiento de datos tal como microprocesadores, microcontroladores, circuitos lógicos discretos, campos de matriz de puertas programables (FPGA), etc. La sección de procesamiento 120 puede configurarse para realizar diversas actividades en un aparato, incluyendo operaciones que utilizan datos de entrada, produciendo datos de salida, desencadenando acciones en el aparato, etc. Estas operaciones pueden incluir, pero sin limitación, manipulación aritmética, conversión, compilación, interpretación, etc. Información usada en, y creada por, estas actividades pueden almacenarse en la memoria 130, que puede comunicarse con la sección de procesamiento 120 a través de un bus de comunicación por cable o inalámbrico.

40 La sección de memoria 130 puede incorporar diferentes tipos de memoria estática o dinámica. Por ejemplo, memorias de solo lectura (ROM) y memorias de acceso aleatorio (RAM) pueden componerse de componentes de una matriz de tecnologías disponibles tal como medios de memoria magnética, óptica y electrónica. Los componentes de memoria pueden fijarse adicionalmente en un aparato, o pueden ser extraíbles del dispositivo para soportar almacenamiento de datos, carga, transferencia, respaldo, etc. Los tipos de información que pueden almacenarse en la memoria 130 puede incluir al menos datos 132 y ejecutable 134. Los tipos de información en los datos 132 pueden incluir bases de datos, texto, audio y/o video (por ejemplo, multimedia), etc. La sección de procesamiento 120 puede utilizar la información ejecutable 134 para efectuar diversas actividades en un aparato, incluyendo operaciones usando los datos 132. Por ejemplo, el sistema operativo 136 puede comprender al menos un programa ejecutable configurado para proporcionar operación de línea de base para el aparato.

50 En al menos una implementación de ejemplo, la sección de procesamiento 120 puede acceder a información almacenada en la memoria 130 cuando interactúa con la sección de comunicaciones 140, que puede comprender al menos el soporte inalámbrico 144 y soporte intra dispositivo 150. El soporte inalámbrico 140 puede incluir recursos que corresponden a uno o más transportes inalámbricos 142 que pueden acceder a recursos en la capa física (PHY) 144, tal como una antena o sistema de antenas y correspondiente hardware de soporte, para comunicarse inalámbrica con otros aparatos. El soporte intra dispositivo 150 puede incluir recursos por cable y/o inalámbricos para transportar datos entre diferentes secciones del aparato. Las comunicaciones 140 pueden incluir opcionalmente recursos que corresponden a otras formas de comunicación, tal como soporte de comunicación por cable 148. El soporte por cable 148 puede comprender, por ejemplo, cualquier hardware y/o software requerido para para acoplarse a un medio de comunicación por cable.

Aparatos usables con diversas realizaciones de la presente invención pueden incluir adicionalmente la funcionalidad de interfaz de usuario 160, así como otros recursos de soporte y accesorios 170, dependiendo de la configuración de un aparato particular, el uso para el que se concibe un aparato, etc. Por ejemplo, STA-A 110 no requeriría necesariamente funcionalidad de interfaz de usuario amplia, pero puede incluir características tal como batería de respaldo, características de seguridad, etc. Por otra parte, dispositivos inalámbricos portátiles pueden requerir una

interfaz de usuario más amplia (por ejemplo, incluyendo visualizadores, teclados numéricos, altavoces, dispositivos apuntadores, micrófonos, etc.) así como otros recursos relacionados con la funcionalidad de usuario deseada.

5 En una implementación de ejemplo tal como comunicación mmWave, múltiples estaciones pueden utilizar conformación de haces para ampliar su alcance. El enfoque descrito con respecto a diversas realizaciones de la presente invención puede proporcionar soluciones eficientes a necesidades de entrenamiento de diversos aparatos basándose en, por ejemplo, limitaciones en sus configuraciones de antena o requisitos de enlace para sus aplicaciones. Tales mecanismos de entrenamiento de conformación de haces requieren flexibilidad y modularidad de modo que aparatos con limitaciones funcionales pueden implementar selectivamente únicamente los procedimientos de entrenamiento que desean.

15 De acuerdo con al menos una realización de ejemplo de la presente invención, la transmisión de tramas de entrenamiento de conformación de haces desde un punto de control, tal como un PCP, puede facilitar dirección de haz direccional y selección en estaciones con capacidad de conformación de haces. Para aumentar el alcance de cobertura, AP 110 de WLAN de 60 GHz y STA se equiparán probablemente ambos con sistemas de antena de múltiples elementos con mecanismos de control de dirección de haz, un ejemplo de lo cual se muestra en la Figura 2. Grandes ganancias de antena direccional en ambos extremos pueden utilizarse para superar la pérdida de trayectoria sustancial común en la banda de mmWave. Debido a una longitud de onda más pequeña (5 mm en 60 GHz), es posible integrar un gran número elementos de antena, en una configuración de matriz lineal o plana, en un área más pequeña integrada al extremo frontal de RF. Como se muestra en la Figura 2, una o más antenas en un sistema de antena pueden ajustarse para crear interferencia constructiva entre señales emitidas desde estas antenas. La interferencia constructiva puede resultar en una nueva forma de onda que tiene la amplitud combinada de las ondas originales en una dirección particular (por ejemplo, como se muestra en 116 en la Figura 2) que forma un “haz” de comunicación en esa dirección. En aparatos que utilizan una configuración de antena de múltiples sectores, puede realizarse conformación de haces simplemente conmutando al sector de antena que está en la dirección que se determina la mejor durante una operación de entrenamiento de conformación de haces.

30 En la Figura 3 se divulga un ejemplo de un sistema para configurar un haz de comunicación. Información digital en STA-A 110 puede convertirse a información de señal analógica en el convertidor de digital a analógico (D/A) 300. La información de señal analógica de D/A 300 puede combinarse en una señal analógica de señal para transmisión en el elemento de suma 302. En conformación de haces de matriz, las fases de las señales de entrada de alimentación a múltiples elementos de antena se controlan usando un vector de ponderación predefinido  $w$  (como se muestra en 304) y en el transmisor y  $v$  (como se muestra en 352) en el receptor. Los controles de fase 306 y 360 pueden ajustar los vectores de ganancia para maximizar las ganancias de antena hacia la dirección de transmisión y recepción deseada.

35 La señal analógica puede enviarse a continuación desde los elementos de antena 319 al elemento de antena 350. Como se muestra en la Figura 3, diversas realizaciones de la presente invención pueden usar entrenamiento de haz o entrenamiento de conformación de haces para dirigir las señales 116 y 318 en una dirección particular para maximizar la calidad de la señal. La información de señal a continuación puede sumarse y combinarse mediante los elementos 354 y 356 en STA 100, convirtiéndose de vuelta la información analógica resultante en información digital para uso por la STA 100 mediante el convertidor de analógico a digital (A/D) 352. La energía de transmisión puede centrarse para alinear la visión o trayectorias de reflexión más fuertes, mientras que, se atenúan otras trayectorias múltiples. El conjunto de vectores de conformación de haces usados depende de la geometría de la matriz tal como matrices lineales, circulares o planas y la dirección de haz deseada. Para implementaciones prácticas, la conmutación de haces mediante desfases de frecuencia de radio (RF) integrados puede usarse en la banda de mmWave. Por ejemplo, pueden diseñarse conjuntos en fase para incluir recursos de control de conformación de haces que se configuran para dirigir los haces de un conjunto de múltiples haces fijos. Tales esquemas de bucle abierto pueden ser atractivos para implementación en sistemas de WLAN de 60 GHz debido a su simplicidad y bajo coste. Estos beneficios pueden realizarse ya que no se requerirá la realimentación de información de canal desde el receptor.

50 Antes de que dos aparatos, tal como STA-A 110 y STA-B 100, puedan empezar a transmitir datos de acuerdo con un haz de comunicación direccional, el haz de transmisión y recepción de mayor calidad o direcciones de sector tienen que estimarse durante una fase de entrenamiento inicial. A continuación se describen configuraciones de ejemplo de acuerdo con al menos una realización de la presente invención. Otros ejemplos pueden incluir, por ejemplo, la comunicación que puede producirse entre dos estaciones, entre una estación y otra estación que actúa PCP, etc.

60 Estructuras de redes de conjunto de servicios básicos privados (PBSS), tal como en el ejemplo 400 divulgado en la Figura 4, es una arquitectura que se está implementado en la actualidad. En esta estructura de ejemplo, una estación (STA) puede asumir la función del punto de control (PCP) de PBSS. PCP pueden proporcionar temporización básica para redes de PBSS a través de balizas y tramas de anuncio. Además, PCP pueden gestionar la calidad de servicio (QoS), conformación de haces, reutilización espacial, gestión de potencia y características de control de acceso de redes de PBSS. Puede facilitarse acceso de canal mediante estructuras de supertramas de tipo TDMA con asignación de tiempo de baliza, tiempo de entrenamiento de conformación de haces, tiempo de anuncio de trama de gestión, periodos de servicio de datos y periodo de acceso de canal basado en contienda. En la Figura 4 se divulga una supertrama de ejemplo 402 que puede ser usable de esta manera.

Protocolos de conformación de haces, junto con los correspondientes formatos de trama que facilitan el uso de estos protocolos, pueden no soportar todas las capacidades de dispositivo. Diversas realizaciones de ejemplo de la presente invención pueden proporcionar soporte de entrenamiento de conformación de haces en áreas tal como para redes de PBSS establecidas en sistemas de WLAN de mmWave. Mientras WLAN se ha, y será, analizado exclusivamente en este documento, este foco es meramente en aras de explicación cuando se describen las diversas realizaciones de ejemplo de la presente invención. Por lo tanto, el uso de WLAN, VHT WLAN o PBSS en estos ejemplos no pretende limitar el alcance de estas realizaciones.

Metodologías existentes se basan en un único flujo de protocolo que comprende efectuar entrenamiento de sector grueso únicamente desde el lado de transmisión (TX), que se sigue continuando refinamiento del lado de recepción (RX) y vectores de ponderación de antena (AWV) de lado de transmisión. Tras la finalización de las iteraciones para refinamiento de haz, se transmiten tramas de finalización de conformación de haces finales desde la estación que detecta el final del refinamiento. La suposición a continuación es que las estaciones de recepción han establecido sus configuraciones de antena para recibir omnidireccionalmente durante entrenamiento de sector grueso. Sin embargo, dispositivos alimentados por batería pueden tener limitaciones de hardware de frecuencia de radio (RF). Por ejemplo, aparatos alimentados por batería normalmente tienen únicamente capacidades de recepción de haces fijo en cobertura direccional limitada (por ejemplo, sector). Otra limitación que se produce en dispositivos de antena sectoriales es que la suposición de omnirecepción puede no aplicarse.

Además, sistemas de conformación de haces convencionales utilizan un único flujo de protocolo que acopla el entrenamiento de nivel de sector de TS al proceso de refinamiento de haz. Por lo tanto, incluso antes de que comience el entrenamiento, las estaciones deben estimar cómo se completarán ciertos aspectos de proceso de refinamiento de haz. El último proceso normalmente depende de la calidad de relación señal a ruido (SNR) de enlace que se consigue al final de entrenamiento grueso, así como los requisitos de tasa de datos de las estaciones. El protocolo de conformación de haces puede diseñarse modularmente separando el entrenamiento grueso de nivel de sector del procesamiento de refinamiento de haz fino, que puede permitir una implementación más simple así como mejor prueba de interoperabilidad entre diferentes aparatos. Especificar únicamente un protocolo basándose en una configuración de receptor supuesta puede ser problemático porque dispositivos de recursos, capacidad, funcionalidad, etc. limitados pueden a continuación excluirse de los beneficios de conformación de haces. La secuencia esperada de acciones en ambos lados del proceso de conformación de haces puede ser muy rígida en sistemas existentes, que previene la explotación beneficiosa de eficiencia de consumo de potencia, necesidad de procesamiento y configuraciones de antena que pueden ser comunes en aparatos con funcionalidad limitada.

De acuerdo con al menos una realización de ejemplo de la presente invención, entrenamiento de nivel de sector grueso puede ser bidireccional en un orden fijo desde una primera estación conocida seguida por otras estaciones. Tras la finalización de entrenamiento de nivel de sector desde la dirección inversa, se proporciona una respuesta de realimentación en la dirección hacia delante con una petición para una trama de acuse de recibo. Como resultado, entrenamiento de nivel de sector grueso puede ahora desacoplarse de procesos de refinamiento de haz. Adicionalmente, una o más respuestas de realimentación desde una primera estación pueden permitir control flexible de tramas de barrido de sector de transmisión desde otras estaciones basándose en sus elecciones. El intercambio de tramas de entrenamiento y mensajes puede permitir la explotación beneficiosa de reciprocidad de canal, y puede resultar adicionalmente en una finalización más rápida de entrenamiento grueso que puede a continuación moverse a entrenamiento de nivel de refinamiento, o como alternativa, a iniciar transmisión de datos sin ningún procesamiento de refinamiento.

También puede proporcionarse un nuevo modo de entrenamiento de nivel de sector para configuraciones de antena de receptor que puede no ser capaz de entrenamiento de modo de omni-RX, junto con los intercambios de configuración de entrenamiento inicial necesarios entre dos estaciones pares. También pueden proporcionarse métodos para fase de configuración, durante la que el PCP se implica para facilitar configuración de entrenamiento. PCP pueden proporcionar reserva de medio si se usan periodos de acceso de canal basados en contienda para entrenamiento. Cuando se implementan usando otras estrategias de asignación de tiempo de canal, PCP pueden reenviar peticiones de configuración, tramas de respuesta y pueden asignar adicionalmente periodos de servicio para entrenamiento. Pueden permitirse diferentes modos para entrenamiento basándose en peticiones recibidas desde estaciones de iniciador y respuestas recibidas desde respondedores basándose en sus elecciones y/o capacidades. Puede utilizarse un diseño de trama de entrenamiento de conformación de haces ampliado para habilitar barrido de sector de lado de recepción o selección de AWV. Procedimientos, tal como se describe anteriormente, pueden soportar entrenamiento para estaciones que tienen configuraciones de antena y preferencias diferentes.

Diversas implementaciones de ejemplo de la presente invención también pueden proporcionar mecanismos que ayudan en el rastreo fuera de línea de dirección de sector hacia delante, en relación con el PCP, para estaciones con configuraciones de recepción de haces fijo o dispositivos únicamente de dirección direccional de Rx. Esta funcionalidad puede requerir un campo en los encabezamientos de PHY para ciertas tramas de gestión y/o entrenamiento que pueden transmitirse desde un PCP usando la PHY de control, en el que el campo adicional puede contener información de identificación (ID) de sector delantero para el sector de PCP actual usado para transmitir la trama. Los intercambios de trama de entrenamiento pueden acortarse a continuación a través de la provisión de información de identificación de sector (SECID) a través de exploración pasiva. Por ejemplo, algoritmos en estaciones pueden ser capaces de

facilitar el proceso de conformación de haces utilizando exploración pasiva para obtener preventivamente información. Puede implementarse un formato de unidad de datos de protocolo de capa física PHY (PPDU) de control de tasa de datos baja en sistemas de WLAN. En la ausencia de cualquier ganancia de conformación de haces, se requiere algún enlace de comunicación para establecer asociación y/o entrenamiento de conformación de haces antes de que  
 5 estaciones puedan empezar a usar enlaces de conformación de haces. La PHY de control puede proporcionar un portador de tasa baja robusto para intercambiar tramas de gestión y control incluyendo, por ejemplo, baliza, petición/respuesta de asociación, tramas de anuncio, y para intercambiar información antes y durante entrenamiento de conformación de haces entre estaciones. Las tramas intercambiadas para entrenamiento grueso inicial pueden utilizar un portador de PHY de control de este tipo.

10 Conformación de haces puede implicar un entrenamiento grueso inicial en el nivel de sector y entrenamiento de refinamiento fino (para ajustar los AWV). Las diversas realizaciones de ejemplo de la presente invención que se divulgan en este documento se centran en la etapa de entrenamiento grueso. En lugar de un único flujo de protocolo que tiene la tarea de abordar todas las necesidades de entrenamiento de conformación de haces, las etapas de entrenamiento grueso iniciales pueden desacoplarse de etapas de entrenamiento de refinamiento posteriores.

20 De acuerdo con diversas realizaciones de ejemplo de la presente invención, la etapa de barrido de sector de transmisión bidireccional puede considerarse como un modo por defecto o común de entrenamiento que se usará cuando no se hayan utilizado peticiones anteriores para configurar el mecanismo de entrenamiento. Como se expone anteriormente, este método se desacopla del último refinamiento de haz, y también puede modificarse para permitir control y flexibilidad adicionales para estaciones. Este modo de operación puede no requerir ningún conocimiento previo de las capacidades de estación, y puede utilizarse para proporcionar entrenamiento de conformación de haces entre el PCP y otras estaciones en la PBSS de modo que todas las estaciones pueden sincronizarse con el PCP. El modo por defecto de entrenamiento de sector se concibe para entrenamiento de haz (BT) y ranuras de entrenamiento de conformación de haces por asociación (A-BFT) del intervalo de baliza (BI) mostrado en 402 y en el ejemplo de la  
 25 Figura 5.

30 Al menos un objetivo de entrenamiento grueso inicial es iniciar y reestablecer enlaces de PHY de control entre estaciones. Barridos de sector bidireccionales modificados se consideran en esta fase con flexibilidad añadida que puede permitir modular diseños en los que estaciones pueden ser capaces tanto de controlar el entrenamiento como facilitar interoperabilidad de protocolos. Un modo por defecto de ejemplo de entrenamiento de nivel de sector consiste en flujos tal como los mostrados en 900 en la Figura 9. Una estación conocida para iniciar entrenamiento de sector (por ejemplo, STA-A en la Figura 9) puede comenzar transmisión de tramas de entrenamiento de conformación de haces (BFT) usando barrido de sector de transmisión (TxSS). La trama de BFT puede modificarse con los campos únicamente esenciales para efectuar entrenamiento de nivel de sector (por ejemplo, como se muestra en los parámetros de campo 1002 de ejemplo divulgados en la Figura 10) sin tener que calcular o intercambiar parámetros que pertenecen a etapas de refinamiento de haz. El iniciador puede transmitir una o más tramas que cubren diferentes direcciones de sector, durante las que la STA de recepción puede permanecer en modo omni-Rx, que se representa en la Figura 9, 11 y 13 mediante los círculos de tamaño más pequeño representados en el flujo de actividad de ejemplo.  
 40 El número de tramas a transmitir (por ejemplo, tramas de barrido de sector) puede identificarse en la trama de BFT mediante un valor de cuenta atrás.

45 Después de la finalización de todas las tramas de BFT de TXSS, la estación de respuesta (por ejemplo, STA-B en la Figura 5) puede empezar enviar al menos una trama de BFT. La al menos una trama puede contener un campo de realimentación, un subcampo BS-FBCK de este tipo en el campo de control de barrido de sector (SS) (para un ejemplo véase la trama 1000 en la Figura 10), que notifica al identificador de la trama de mejor sector (por ejemplo,  $BS_{A \rightarrow B}$ ) que ha recibido desde el iniciador (STA-A). Después de la finalización de tramas de BFT esperadas (o indicadas) desde STA-B, la estación de iniciador envía una "trama de realimentación de BT" que incluye la dirección de sector que corresponde a la mejor señal de entrenamiento que ha recibido en realimentación desde STA-B (por ejemplo, transmite a través de  $BS_{A \rightarrow B}$ ). STA-A puede solicitar un acuse de recibo inmediato desde STA-B después de la trama de realimentación de BT. En tales casos puede transmitirse una trama de acuse de recibo desde STA-B de acuerdo con su mejor sector ( $BS_{A \rightarrow B}$ ), que a continuación puede permitir que STA-A pruebe la calidad de recepción, que puede usarse posteriormente, por ejemplo, para decidir si es necesario entrenamiento de refinamiento.

55 Las estaciones de respuesta pueden utilizar la "trama de realimentación de BT" esperada desde la estación de iniciador (por ejemplo, PCP) para su flexibilidad para explotar en reciprocidad de canal. Puede tener dos elecciones que incluyen realizar transmisión de TxSS regular en un modo inverso hasta que se hayan transmitido todas las tramas (es decir, por ejemplo, si STA-B no expresó ninguna preferencia para acortar el entrenamiento de TX). STA-B puede transmitir una o más tramas de BFT de TXSS en un modo inverso durante el que el contador para tramas se establece en un subcampo dentro del campo de control de SS (por ejemplo, SEC-CDOWN como se muestra en 1002). STA-B puede esperar hasta que recibe realimentación desde STA-A. Si no se recibe realimentación dentro de un límite de tiempo (por ejemplo, una condición de umbral predeterminado), puede continuar transmitiendo realimentación en direcciones de sector adicionales junto con entrenamiento de TxSS. STA-B también puede utilizar cualquier conocimiento de exploración pasiva que recibió con respecto a STA-A para reducir la duración de entrenamiento de TxSS. Una configuración recíproca en STA-B puede permitir que continúe rápidamente en el envío de peticiones de entrenamiento de refinamiento de haz de RX a STA-A de modo que puede completar una determinación más precisa de la mejor  
 65

dirección de RX, que también será la mejor dirección de TX.

Es posible que iniciadores (STA-A) soliciten acuse de recibo inmediato desde STA-B (por ejemplo, basándose en preferencias establecidas en el iniciador). Para este propósito puede utilizarse una trama de realimentación de BT, tal como la mostrada en 700 en la Figura 7. Solicitar un acuse de recibo puede usarse para finalizar/probar el enlace, o si el iniciador tiene una configuración recíproca, puede utilizarse para probar la mejor dirección de RX que se determinó como resultado del proceso de entrenamiento de haz previo.

Se usa una trama de BFT normal durante modo por defecto de entrenamiento de nivel de sector como se muestra en el ejemplo de la Figura 6. En 600 se muestra un ejemplo de estructura general para una trama. Ya que el barrido de sector de TX también se proporciona mediante tramas de baliza durante el tiempo de entrenamiento de haz (BT), carga útil de trama de Control de Acceso al Medio (MAC) contiene planificación y otros elementos de información, según sea necesario basándose en si la trama puede usarse durante BT o fuera de BT. Las tramas de BFT transmitidas durante los tiempos de A-BFT o BFTT regulares tendrán carga útil de MAC más corta. El campo de extensión de control de SS constituye parámetros adicionales para control de SS, que pueden usarse para proporcionar más información tal como para enlace de respaldo (segundo mejor sector).

El uso del campo de SECID mostrado en 600 en la Figura 6 puede usarse para la identificación de sector de la trama. Ejemplos de parámetros de campo de control de SS que pueden efectuarse en encabezamiento de PHY se muestran en 602 en la Figura 6. Los siguientes subcampos de parámetros de ejemplo pueden incluirse en el campo de control de SS:

B0 puede definir la dirección hacia delante (FWD) o inversa (REV).

B1-B2 puede definir el tipo de trama de BFT tal como TxSS, BFT ampliada o realimentación de BT.

B3-B8 puede definir el valor de cuenta atrás para las tramas de barrido de sector que irán a continuación. Puede contarse hacia atrás para cada sector trama.

B9 - B14 puede definir el mejor sector seleccionado identificado por el SECID.

B15 puede definir la petición para un acuse de recibo.

La trama de realimentación de BT también puede transmitirse usando PHY de control durante entrenamiento de nivel de sector inicial, con la estructura mostrada en la Figura 7 en 700. El encabezamiento de PHY puede contener la realimentación para mejor sector (BS-FBCK) como en otras tramas de BFT. Campos adicionales requeridos para proporcionar información de realimentación detallada tal como nivel de SNR del mejor sector, id de segundo mejor sector y su nivel de SNR pueden proporcionarse mediante un elemento de información de realimentación de BT (IE) transportado dentro de la carga útil de trama de MAC de la trama de realimentación de BT como se muestra en la Figura 7 en 700. El uso de IE de realimentación de BT puede ser opcional basándose en la preferencia o requisitos de una estación.

La operación de modo por defecto descrita anteriormente puede proporcionar un mecanismo para establecer un enlace conformado de haz grueso cuando las configuraciones de antena de receptor en ambos lados soportan modo de omnirecepción. Sin embargo, puede no soportar estaciones con configuraciones de antena que no son capaces de modo de omnirecepción que incluyen dispositivos de sector/haz fijo. De acuerdo con al menos una realización de ejemplo de la presente invención, un método basado en petición en el que diferentes modos de entrenamiento pueden permitir la explotación beneficiosa de preferencia mutua y conocimiento de capacidad. El método basado en petición también puede implementarse desde una estación a un PCP cuando se deja incompleto el entrenamiento que usa el modo por defecto.

Mecanismos de entrenamiento basados en petición pueden permitir que estaciones usen métodos de entrenamiento alternativos cuando se interactúa con el PCP para finalizar entrenamiento de conformación de haces. Métodos de entrenamiento pueden basarse adicionalmente en la capacidad mutua o preferencias de estaciones participantes (por ejemplo, la configuración podría requerir cierta función desde el PCP como un facilitador). Métodos basados en petición, de acuerdo con al menos realización de ejemplo de la presente invención, pueden constar de diferentes modos de entrenamiento que pueden establecerse basándose en diversas limitaciones de dispositivo o diversos requisitos de entrenamiento de estaciones. Limitaciones de dispositivo de ejemplo que pueden considerarse cuando se configura entrenamiento de conformación de haces pueden incluir dispositivos de haz fijo o de sector en situaciones en las que no puede producirse el modo de transmisión y recepción en diferentes sectores (por ejemplo, estos aparatos pueden equiparse con ayuda manual y/o notificaciones de alerta que solicitan reposicionamiento), que pueden requerir soporte de entrenamiento desde PCP y entrenamiento de tramas para BFT debería permitir exploración pasiva.

En casos de dispositivos de únicamente recepción direccional (por ejemplo, con capacidad de conmutación de sector o con capacidad de direccionar haz, pero no equipados con antena omnidireccional) la recepción de señales omnidireccional puede no ser posible debido a configuración de antena de hardware (antenas sectoriales o debido a



circuito de control de haz inflexible). Como resultado, la metodología de entrenamiento puede necesitar soportar rastreo direccional de recepción y/o barrido de sector de recepción. La eficiencia de consumo de potencia de aparatos también puede ser un problema durante el entrenamiento. Si las estaciones están en configuraciones recíprocas, el entrenamiento de lado de recepción puede proporcionar suficiente resolución para la dirección de transmisión, para la que puede seleccionarse el modo de entrenamiento de dirección inversa adecuado. Por otra parte, si las estaciones están en configuración semi recíproca el entrenamiento de dirección hacia delante puede no eliminarse, pero puede reducirse.

Antes del inicio de entrenamiento de conformación de haces, se requiere un proceso de configuración de entrenamiento entre las estaciones participantes. Este proceso puede implicar el intercambio de mensajes de configuración básica que incluyen la selección de al menos un modo de entrenamiento como se muestra en 900 en la Figura 9. El procedimiento de entrenamiento puede implicar una serie de etapas. En un escenario de ejemplo una estación puede iniciar negociación de entrenamiento de conformación de haces con una estación par en algún punto durante un intervalo de baliza, por ejemplo, durante periodos basados en contienda (CBP), durante tramas de sondeo recibidas desde PCP en tiempo no usado o un periodo de servicio (SP) asignado por PCP. La configuración puede incluir el intercambio de mensajes de petición de entrenamiento de nivel grueso que solicitan que una estación actúe como una fuente o destino de señal de entrenamiento cuando la estación no es un PCP.

La función/responsabilidad del PCP depende de tiempo de acceso de canal. Durante acceso de CBP, el procesamiento de tramas de petición para enviar (RTS) recibidas desde STA-A y reservas de NAV transmitidas a otras estaciones que incluyen STA-B para el periodo solicitado (por ejemplo, STA-A puede solicitar TXOP como necesaria para entrenamiento de BFT) puede gestionarse enviando las tramas listas para enviar (CTS). A continuación de la recepción de la CTS con dirección de destino de STA-B, la STA-B entrará en modo de recepción. La función mínima que se requerirá para un PCP de red se divulga en 1000 en la Figura 10. Cuando la estación de iniciador transmite la petición de configuración de BT directamente a otra estación, puede necesitarse que se repitan tramas de petición de configuración de BT en diferentes direcciones de sector hasta que se recibe una trama de respuesta. Además de la reserva de medio para entrenamiento durante CBP, es posible que los intercambios de configuración para entrenamiento durante acceso de CBP también pueden implicar ayuda adicional desde PCP. Por ejemplo, STA-A puede obtener primero TXOP con PCP para intercambiar la petición de configuración de BT para una STA-B de destino. El PCP puede a continuación acceder al canal y reenviar la trama de petición de configuración de BT a STA-B y adicionalmente puede recibir la trama de respuesta de configuración de BT. También pueden existir casos en los que el PCP no están en absoluto implicado en la fase de configuración de BT.

Para otros tiempos de acceso de canal (para SP dinámico o SP regular) un PCP puede reenviar la trama de petición de configuración de BT a otras estaciones. El PCP puede recibir adicionalmente tramas de respuesta de configuración de BT desde STA-B y puede enviar adicionalmente una trama de respuesta de configuración de BT de vuelta al iniciador (por ejemplo, STA-A) insertando la planificación de SP asignado para el entrenamiento de BFT (SP dinámico o regular).

Peticiones de configuración de BT de estaciones de iniciador pueden contener el modo de BT solicitado y parámetros deseados para entrenamiento. Los parámetros aceptados relacionados con capacidades de estación par pueden transportarse en la trama de respuesta de configuración de BT. El PCP puede proporcionar periodo de servicio (SP) necesario o información de límite de oportunidad de transmisión (TXOP) para el entrenamiento. Cuando, de acuerdo con el ejemplo representado, STA-A y STA-B ya han establecido enlaces conformados de haz con el PCP, tramas de petición/respuesta de configuración de BT pueden finalizarse aunque PCP usando PHY de datos de caudal alto (HT) regular. Si cualquiera de las estaciones tiene únicamente enlace de PHY de control trabajando hacia PCP, las estaciones pueden transmitir/recibir estas tramas usando tasas de datos de PHY de control. Las estaciones solicitantes pueden usar los parámetros de control de modo BT basándose en los diferentes objetivos de entrenamiento o limitaciones de dispositivo descritos anteriormente.

Diferentes órdenes o secuencias de transmisión de trama de entrenamiento pueden implementarse entre dos estaciones pares. Por ejemplo, el modo de entrenamiento asimétrico 800 divulgado en la Figura 8 puede implicar operaciones de lado de transmisión y lado de recepción. En el tiempo de inicio conocido de entrenamiento, la estación de respuesta (por ejemplo, STA-B) puede comenzar la transmisión de tramas de BFT usando un barrido de sector de lado de transmisión que cubre diferentes direcciones de sector. Una "trama de BFT ampliada" (un ejemplo de la cual se divulga en la Figura 11 en 1100) puede transmitirse en cada dirección de sector, que puede seguirse por la siguiente dirección después de un intervalo de BIFS (espaciado de inter trama de conformación de haces) conocido. Cada trama de BFT ampliada puede comprender repeticiones de preámbulo y encabezamiento de PHY transmitidas en la misma dirección de transmisión para permitir dirección de haz o barrido de sector a través de  $N_{RxDIR}$  direcciones en STA-A en su modo de recepción. Un ejemplo de repeticiones de encabezamiento de PHY se divulga en 1102 en la Figura 11. Para el periodo de cada segmento de la trama de BFT, la estación de recepción puede determinar su calidad de señal de recepción a través de la correspondiente dirección de haz o de sector cuando la señal que se recibe está por encima de cierto umbral. La estación de recepción puede recibir únicamente tramas transmitidas desde únicamente una o pocas direcciones de sector de transmisión.

La estación de receptor puede rastrear la calidad de señal de tramas, y cuando puede recibir al menos una o más

tramas de BFT satisfactoriamente (con respectivos SEC-CDOWN y SECID). Durante una fase de realimentación y prueba, la estación de receptor puede responder con una trama de realimentación de BT que indica mejor sector (BS B→A) después del tiempo de finalización esperado o después de que se recibe la última BFT (por ejemplo, una trama con SEC-CDOWN = 0). STA-A puede requerir adicionalmente acuse de recibo inmediato desde STA-B después de la trama de realimentación de BT, en cuyo caso, STA-A puede probar la calidad de señal de enlace inverso (REV) a partir de la trama de acuse de recibo (ACK) recibida.

Otro ejemplo de entrenamiento de sector basada en petición se muestra en la Figura 10 en 1000. Un ejemplo de etapa de refinamiento de haz de lado de recepción se muestra después de la finalización del entrenamiento de nivel de sector para ilustrar una posible elección. El objetivo de solicitar trama de BFT de TXSS desde una estación par primero puede ser para establecer un enlace REV con selección de sector de lado TX REV, seguido por el envío de unas pocas tramas en dirección hacia delante (FWD) hasta que se recibe realimentación, de modo que el entrenamiento grueso se finaliza más rápido. STA-A puede tener a continuación la opción de solicitar de forma separada únicamente entrenamiento de refinamiento de haz de RX desde STA-B, como se muestra.

Posibles estructuras para los formatos de trama y campos asociados para entrenamiento basado en petición puede incluir una trama de BFT normal: trama de formato de PHY de control con únicamente un preámbulo para TxSS grueso en una dirección, una trama de BFT ampliada: trama de formato de PHY de control con más de un preámbulo y encabezamiento para permitir selección de RxSS/AWV grueso para el receptor, trama de realimentación de BT: contiene únicamente realimentación de mejor sector, realimentación de SNR opcional, realimentación de sector opcional y realimentación de SNR del enlace de respaldo (segundo mejor sector), trama de petición de configuración de BT: información sobre modo deseado y parámetros y trama de respuesta de configuración de BT: parámetros soportados y modo.

Para soportar barrido de sector de dirección de recepción gruesa o selección de AWV, puede emplearse una trama de BFT ampliada. Se consideran dos variantes de trama de BFT ampliada, cuya elección puede depender de la complejidad de implementación soportada en el receptor. Una primera variante, una estructura de ejemplo de la cual es como se muestra en 1100 en la Figura 11, usa el mismo preámbulo para todos los segmentos de trama de Ext-BFT. La carga útil de MAC para direcciones puede eliminarse ya que el flujo de la BFT ampliada en una ranura asignada que se produce entre dos estaciones conocidas. MIFS representa el espaciado inter trama mínimo a usarse para permitir tiempo de RxSS. La duración depende de la implementación, que puede establecerse a "0" en el mejor de los casos.

Otra variante del formato de trama de BFT ampliada usa longitud progresivamente disminuida para el campo de entrenamiento corto como se muestra en 1102. Dado un campo de entrenamiento corto (STF) de PHY de control (STF) que contiene  $N_c$  repeticiones de secuencia de Golay complementaria de longitud 128 Ga128. A continuación el siguiente preámbulo puede acortarse por 12, y el siguiente por 13, etc. El número de STF puede no ser menor de  $N_c$  repeticiones de Ga128 usadas para tramas de HT PHY normales. El STF progresivamente acortado en cada preámbulo puede permitir sincronización de receptor en cada posterior dirección de RX con detección parcial y conocimiento de estimación de CFO a partir de preámbulos previos. Para relajar la sincronización en el receptor, pueden usarse preámbulos más largos en uno o más segmentos iniciales.

Una estructura de trama general de trama de petición de configuración de BT se muestra en la Figura 12 en 1200. El campo 1202 de elemento de información (IE) de petición puede constar de control de modo de BT, que consiste en orden de entrenamiento, qué direcciones se usan para entrenamiento, un número de direcciones de sector de transmisión solicitadas o soportadas o dirección de recepción por trama de BFT (cuya configuración de ejemplo se proporcionan en 1204). Por ejemplo, cuando una STA solicitante tiene capacidad de RX omnidireccional y quisiera usar un modo de RX omnidireccional, puede establecer su valor de "REV NRxDIR" a 0 (para indicar un RxDIR). El subcampo de FWD RxDIR\_Limit puede indicar si la STA solicitante soporta transmisión de trama de BFT ampliada (con límite máximo establecido por Límite de FWD RxDIR) o no (FWD RxDIR\_Limit = 0). También puede incluirse un mapa de entrenamiento de sector opcional (lista de id de sector, máximo podría establecerse a 8, como un ejemplo). La estructura de trama de respuesta de configuración de BT es similar a la de trama de petición de configuración de BT con IE adicional para información de planificación cuando el SP se asigna por el PCP y se usarán parámetros de soporte para campo de control de modo de BT.

La preferencia interna de estaciones en solicitud de diferentes modos de BT puede determinarse basándose en la petición de configuración de BT desde la estación de iniciador, que se usa para diferentes modos de entrenamiento y órdenes. La petición podría ser también para un modo bidireccional por defecto para entrenar tanto en enlaces FWD como REV mediante estaciones con capacidad total de omni-Rx o para una dirección únicamente (por ejemplo, únicamente hacia delante o únicamente inversa). También puede implicar transmisión de tramas de TxSS primero con indicación de número máximo de sectores soportados. STA-B enviará a continuación tramas de TxSS. STA-A envía realimentación con posible petición de ACK. Peticiones para otros modos de entrenamiento pueden incluir el objetivo de entrenamiento para establecer/mejorar enlace REV únicamente o para soportar configuración de DIR-RX únicamente o para explotar la reciprocidad de canal en la dirección FWD.

El campo de control de modo de BT en trama de petición de configuración de BT puede usarse para solicitar que STA-

B envíe tramas de BFT ampliadas por todos los sectores o sectores seleccionados para permitir RxSS (por ejemplo como se presenta en 800). Si el iniciador tiene únicamente una antena (por ejemplo, TX y RX omnidireccional), puede solo necesitar entrenamiento desde la dirección REV para TxSS, que puede seguirse por el envío de secuencias de entrenamiento desde STA-A para refinamiento de RX de la STA-B, si es necesario. Dispositivos portables o portátiles  
 5 pueden preferir, por ejemplo, recibir tramas de entrenamiento desde estaciones pares para conservar potencia en lugar de transmitir tramas de BFT desde su lado.

Reciprocidad se refiere a la condición de que se usan las mismas cadenas de RF para la operación de transmisión y recepción. En condiciones de canal favorables (por ejemplo, propagaciones de casi línea de visión), tal configuración  
 10 puede resultar en la dirección de recepción óptima siendo también la dirección de transmisión óptima, y viceversa. Entrenamiento de conformación de haces puede reducirse cuando existen condiciones de reciprocidad. Puede permitir el uso de selección de RxSS/AWV desde el entrenamiento recibido desde otro lado en lugar de proporcionar TxSS completo desde su lado. El entrenamiento procesado durante el modo de recepción puede conservar recursos en dispositivos portables o portátiles. Si aparatos son únicamente parcialmente recíprocos y se hace primero TxSS,  
 15 estaciones pueden minimizar el entrenamiento para selección de RxSS/AWV usando únicamente subconjuntos más pequeños de direcciones de RX agrupadas hacia dirección de mejor sector de TX mientras procesa las tramas de BFT ampliadas. Por el contrario, si RxSS finaliza primero, la selección de TxSS/AWV puede minimizarse enviando un número reducido de tramas de BFT con TX direcciones agrupadas alrededor del mejor sector de RX. Los diferentes modos de entrenamiento de sector descritos anteriormente pueden proporcionar flexibilidad adicional permitiendo la  
 20 utilización adicional de reciprocidad de canal.

De acuerdo con al menos una realización de ejemplo de la presente invención, puede usarse un campo de SECID en diversas tramas de entrenamiento y ciertas tramas de gestión, que puede ser parte del encabezamiento de PHY. El campo de SECID, como se muestra en tramas 600 en la Figura 6, 700 en la Figura 7 y 1100 en la Figura 11, indica la  
 25 dirección de sector de la trama que se está transmitiendo usando PHY de control de PCP. Mandando que el PCP mantenga una asignación fija de su ID de sector de transmisión grueso internamente y anunciar el SECID de la trama que se están transmitiendo direccionalmente, puede permitirse que ciertas clases de dispositivo se beneficien de exploración pasiva de tales tramas para entrenamiento de conformación de haces. Razones para incluir el campo de "SECID" en encabezamiento de PHY de tramas usadas por el PCP para transmisión de tramas de entrenamiento de  
 30 conformación de haces, y ciertas tramas de gestión y control pueden incluir la provisión de conciencia direccional para estaciones en la PBSS acerca de dirección hacia PCP. En particular, un dispositivo de haz fijo o dispositivo de únicamente DIR-RX puede explorar pasivamente estas tramas para identificar la ID de sector de enlace de FWD de PCP cuando su señalamiento de RX-DIR actual puede detectar tales tramas. Tales estaciones pueden rastrear pasivamente su adquisición direccional de recepción hacia PCP. Este principio también puede extenderse para otras  
 35 estaciones no de PCP para conciencia mutua, que puede ayudar en reutilización espacial, prevención de interferencia, etc.

El campo de SEC-CDOWN en campo de control de SS del encabezamiento de PHY en tramas de BFT (como se divulga en 600, 602 en la Figura 6, 700 en la Figura 7, 1100 en la Figura 11 y 1204 en la Figura 12) puede proporcionar  
 40 una cuenta atrás de número de tramas que se están transmitiendo para entrenamiento de barrido de sector. Sin embargo, el campo de SEC-CDOWN puede interpretarse correctamente únicamente por estaciones que están implicadas en el entrenamiento. El PCP puede utilizar un subconjunto de tramas de TxSS durante un intervalo de baliza y usar otro subconjunto de sectores en otro intervalo de baliza. Por lo tanto, no es suficiente la indicación del contador de SEC-CDOWN de una trama. Para otras tramas de gestión usadas en AT (Petición de Anuncio y Tramas de Respuesta), tramas de CTS usadas por PCP durante CBP para reserva de medio, no se usa el campo de SEC-CDOWN, para lo cual, el campo de SECID proporcionará tales ventajas. El campo de "SECID" en encabezamiento de  
 45 PHY proporcionará la ayuda requerida para conciencia direccional pasiva y rastreo por dispositivos de únicamente DIR-RX. Un ejemplo se muestra en 1300 en la Figura 13, en el que a dispositivo de haz fijo puede detectar una trama en FWD SEC-PI para explotar su entrenamiento de conformación de haces con PCP.

Un algoritmo de exploración pasiva puede usarse para DIR-RX únicamente o dispositivos de haz fijo para soporte de entrenamiento de BFT. Por ejemplo, dispositivos que están intentando buscar un PCP para entrenamiento y asociación de BFT pueden explorar tramas que proceden de PCP decodificando el campo de "SECID" en encabezamiento de  
 50 PHY de BFT y otras tramas de gestión o extensión durante periodos de baliza, A-BFT, AT, CBP y BFTT. Estos dispositivos pueden barrer, basándose en calidad de recepción, a través de sus Rx-DIR y calcular calidad de señal para diferentes id de sector de FWD de PCP. La exploración pasiva también puede proporcionar una lista de FWD SECID de PCP con calidad de señal relativa que puede recibirse.

Para STA de únicamente DIR-RX, información obtenida mediante exploración pasiva puede proporcionar notificación  
 60 sobre las direcciones de RX desde las que puede recibir mejor las tramas desde PCP. Basándose en resultados de exploración pasiva, puede iniciar entrenamiento y asociación de BF de forma más eficiente. En particular, durante aparatos de ranura de A-BFT pueden enviar realimentación y modo requerido de entrenamiento de BF a PCP con indicación de entrenamiento en pocos sectores (usando el "mapa de entrenamiento de sector" mostrado, por ejemplo, en 1406 con la lista de direcciones de sector FWD en la trama de petición de configuración de BT). Aparatos pueden  
 65 transmitir adicionalmente tramas de "petición de configuración de BT" al PCP para iniciar BFT durante periodo de contienda con posible indicación de entrenamiento en pocos sectores, cuando estaciones tienen configuración

recíproca o condiciones parcialmente recíprocas, durante tiempo de entrenamiento desde su lado (por ejemplo, para TxSS un aparato puede iniciar transmisión de tramas de BFT de TXSS agrupadas en el conjunto reducido de direcciones de sector en el que fue capaz de recibir las tramas desde PCP durante su exploración pasiva o rastreo), o para recepción de tramas de BFT ampliadas desde PCP, si puede hacer únicamente selección de RxSS o AWW en direcciones de Rx limitadas basándose en el conocimiento de exploración previo.

De acuerdo con al menos una realización de ejemplo de la presente invención, en la Figura 14A se divulga un diagrama de flujo de un proceso desde la perspectiva de un aparato de respuesta. En la etapa 1400 un aparato de respuesta puede recibir una petición para conformación de haces desde otro aparato. No es esencial definir si el aparato de respuesta es una estación o PCP, ya que ambos actuarían de forma similar con respecto al proceso divulgado. A continuación puede iniciarse un proceso de conformación de haces en la etapa 1402. A continuación puede hacerse una determinación en la etapa 1404 en cuanto a si la petición recibida especifica una secuencia de entrenamiento alterada. Por ejemplo, una estación de petición puede haber recibido tramas de control y/o gestión cuando está en modo pasivo que permite que estreche los posibles sectores direccionales que pueden ser mejores para comunicarse con el respondedor. Esta información puede usarse a continuación para proporcionar parámetros ajustados en el mensaje de petición que reduce el número de secciones direccionales en las que deben enviarse tramas de entrenamiento, para reducir el número total de tramas de entrenamiento, etc. Además, el mensaje de petición puede especificar un modo operacional particular que se está solicitando por iniciador. Pueden solicitarse ciertos modos, por ejemplo, debido a la condición de un aparato (por ejemplo, nivel de potencia). Si información en el mensaje de petición recibido indica que el conjunto de entrenamiento debería alterarse, a continuación en la etapa 1406 puede seleccionarse un conjunto de direcciones de haz, de acuerdo con los parámetros expuestos en el mensaje de petición. Como alternativa, puede seleccionarse un conjunto de direcciones de haz estándar en la etapa 1408.

Independientemente de si se está implementando un conjunto alterado o estándar de direcciones de haz, el proceso puede continuar a la etapa 1410 en la que se transmite un conjunto de tramas de entrenamiento de haz. Por ejemplo, puede transmitirse al menos una trama de entrenamiento de haz en cada una de las direcciones de entrenamiento de haz seleccionadas. Además, cada una de las tramas de entrenamiento de haz puede contener al menos un identificador distinto. El aparato de respuesta (por ejemplo, una estación o PCP) puede a continuación esperar una respuesta (por ejemplo, la recepción de tramas de dirección inversa de entrenamiento de haz) en la etapa 1412. Como se expone anteriormente, puede haber casos en los que el proceso puede alterarse a través de parámetros suministrados por el iniciador. Por ejemplo, el iniciador puede ordenar que no se enviarán tramas de dirección inversa de entrenamiento de haz debido a, por ejemplo, problemas acerca del gasto de potencia para transmisión.

Suponiendo que se esperan, y posteriormente reciben, tramas de dirección inversa, el proceso puede continuar a la etapa 1414 en la que puede transmitirse un mensaje de respuesta desde el respondedor al iniciador. El mensaje de respuesta puede identificar al menos la dirección de mejor señal (por ejemplo, puede incluir información de identificación que se proporcionó por una o más tramas de dirección inversa que corresponden a las señales recibidas de mayor calidad). El mensaje de respuesta puede solicitar adicionalmente que el iniciador envíe un acuse de recibo de vuelta al respondedor. En casos en los que se requiere un acuse de recibo, puede implementarse la etapa opcional 1416. En la etapa 1416 el proceso puede continuar para transmitir respuestas y esperar un acuse de recibo hasta que se recibe el acuse de recibo. El proceso puede a continuación volver a la etapa 1400 para esperar peticiones de entrenamiento de haz adicionales.

Adicionalmente a lo anterior, en la Figura 14B se divulga ahora un diagrama de flujo de otro proceso usable de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. Sin embargo, el proceso en la Figura 14B se toma desde el punto de vista de un aparato de iniciador de ejemplo. En la etapa 1420 puede activarse un proceso de entrenamiento de haz en el aparato de iniciador. El proceso de entrenamiento de haz puede desencadenar la formulación de una petición de entrenamiento de haz para transmisión a un aparato de respuesta. La petición de entrenamiento de haz puede comprender, por ejemplo, información que es usable por el aparato de respuesta para personalizar el proceso de entrenamiento de haz. Información que puede incluirse en el entrenamiento de haz puede incluir, pero sin limitación, un modo de entrenamiento de haz particular, un número de tramas de entrenamiento de haz, un conjunto reducido de direcciones de entrenamiento de haz, etc. Ejemplos de modos de entrenamiento de haz incluyen un modo entrenamiento de haz hacia delante, un modo de entrenamiento de haz inverso o modo entrenamiento de haz direccional. Esta información puede proporcionarse o provocarse mediante tramas de control o gestión recibidas mientras el aparato estaba operando en un modo pasivo, a partir del conocimiento de que el otro aparato está operando en un modo recíproco, a partir de otros criterios que corresponden al iniciador tal como condición de aparato actual, etc. La transmisión de la petición de entrenamiento de haz en la etapa 1422 puede depender de la topología de la red inalámbrica. Por ejemplo, una red ad-hoc (por ejemplo, PBSS) puede incluir un PCP, y por lo tanto, todas las peticiones pueden encaminarse a través del PCP independientemente de la estación particular desde la que se está solicitando el entrenamiento de haz. Los mismos protocolos pueden existir en redes inalámbricas que contienen otros controladores centrales como puntos de acceso.

El iniciador puede esperar la recepción de un conjunto de entrenamiento en la etapa 1424. Esta etapa puede incluir tanto esperar ciertas duraciones como retransmisión del mensaje de petición. La recepción de un conjunto de entrenamiento de haz (por ejemplo, una o más tramas de entrenamiento de haz recibidas desde una o más direcciones de haz) puede permitir que el iniciador realice entrenamiento de haz en la etapa 1426. Si el entrenamiento de haz es

satisfactorio en la etapa 1428 puede transmitirse una respuesta en la etapa 1430. Entrenamiento de haz satisfactorio puede comprender, por ejemplo, la recepción satisfactoria de una o más tramas de entrenamiento de haz, en el que el nivel de calidad que corresponde a las tramas de entrenamiento de haz recibidas está por debajo de un nivel de umbral predeterminado (por ejemplo, un nivel aceptable mínimo). El proceso puede a continuación volver la etapa 5 1400 para esperar el siguiente requisito para entrenamiento de haz. Como alternativa, si el proceso de entrenamiento de haz no es satisfactorio en la etapa 1428, a continuación el proceso puede volver a la etapa 1422 para transmitir una nueva petición de entrenamiento de haz.

10 Por consiguiente, será evidente para expertos en la materia que pueden hacerse diversos cambios en forma y detalle en la misma sin alejarse del alcance de la invención. El alcance y ámbito de la presente invención no deberían limitarse por ninguna de las realizaciones de ejemplo anteriormente descritas, sino que deberían definirse únicamente de acuerdo con las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método, que comprende:

5 realizar (1426) entrenamiento de nivel de sector antes de cualquier procesamiento de refinamiento de haz, comprendiendo el entrenamiento de nivel de sector

10 seleccionar (1406, 1408) direcciones predeterminadas para transmitir una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante (600), en donde cada una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante comprende un identificador de dirección de haz/sector hacia delante;  
 15 transmitir (1410) al menos una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante (600) en cada una de las direcciones predeterminadas seleccionadas;  
 recibir (1412) al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa (700), que incluye uno de los identificadores de dirección de haz/sector hacia delante, desde una de las direcciones predeterminadas; y  
 transmitir (1414, 1430) al menos una trama de respuesta que incluye un identificador de dirección de haz/sector inversa que se recibe en la al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa.

20 2. El método de la reivindicación 1, en el que cada una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante (600) y una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa (700) comprenden además una indicación de una cantidad restante de tramas de barrido de sector a transmitir.

25 3. El método de la reivindicación 1, en el que el identificador de dirección de haz/sector inversa transmitido en la al menos una trama de respuesta corresponde a la al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa que se determina para tener una mejor calidad de señal.

30 4. El método de la reivindicación 1, que comprende además recibir una trama de acuse de recibo desde una dirección que corresponde al identificador de dirección de haz/sector inversa transmitido en la trama de respuesta.

5. Un programa informático que comprende:

código de programa informático configurado para realizar entrenamiento de nivel de sector antes de cualquier procesamiento de refinamiento de haz, comprendiendo el código de programa informático:

35 código de programa informático configurado para seleccionar direcciones predeterminadas para transmitir una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante, en donde cada una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante comprende un identificador de dirección de haz/sector hacia delante;  
 40 código de programa informático configurado para transmitir al menos una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante (700) en cada una de las direcciones predeterminadas seleccionadas;  
 código de programa informático configurado para recibir al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa (700), que incluye uno de los identificadores de dirección de haz/sector hacia delante, desde una de las direcciones predeterminadas; y  
 45 código de programa informático configurado para transmitir al menos una trama de respuesta que incluye un identificador de dirección de haz/sector inversa que se recibe en la al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa.

6. Un aparato (100), que comprende:

50 medio para realizar (1426) entrenamiento de nivel de sector antes de cualquier procesamiento de refinamiento de haz, comprendiendo el medio para entrenamiento de nivel de sector:

55 medio para seleccionar direcciones predeterminadas para transmitir una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante en donde cada una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante comprende un identificador de dirección de haz/sector hacia delante;  
 medio para transmitir (140) al menos una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante (600) en cada una de las direcciones predeterminadas seleccionadas;  
 60 medio para recibir al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa (700), que incluye uno de los identificadores de dirección de haz/sector hacia delante, desde una de las direcciones predeterminadas; y  
 medio para transmitir (140) al menos una trama de respuesta que incluye un identificador de dirección de haz/sector inversa que se recibe en la al menos una trama de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa.

65 7. El aparato de la reivindicación 6, en el que cada una de la una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección hacia delante y una o más tramas de entrenamiento de conformación de haces de dirección inversa comprenden además una indicación de una cantidad restante de tramas de barrido de sector a transmitir.

8. El aparato de la reivindicación 6, que comprende además medio para recibir una trama de acuse de recibo desde una dirección que corresponde al identificador de dirección de haz/sector inversa transmitido en la trama de respuesta.

FIG. 1A

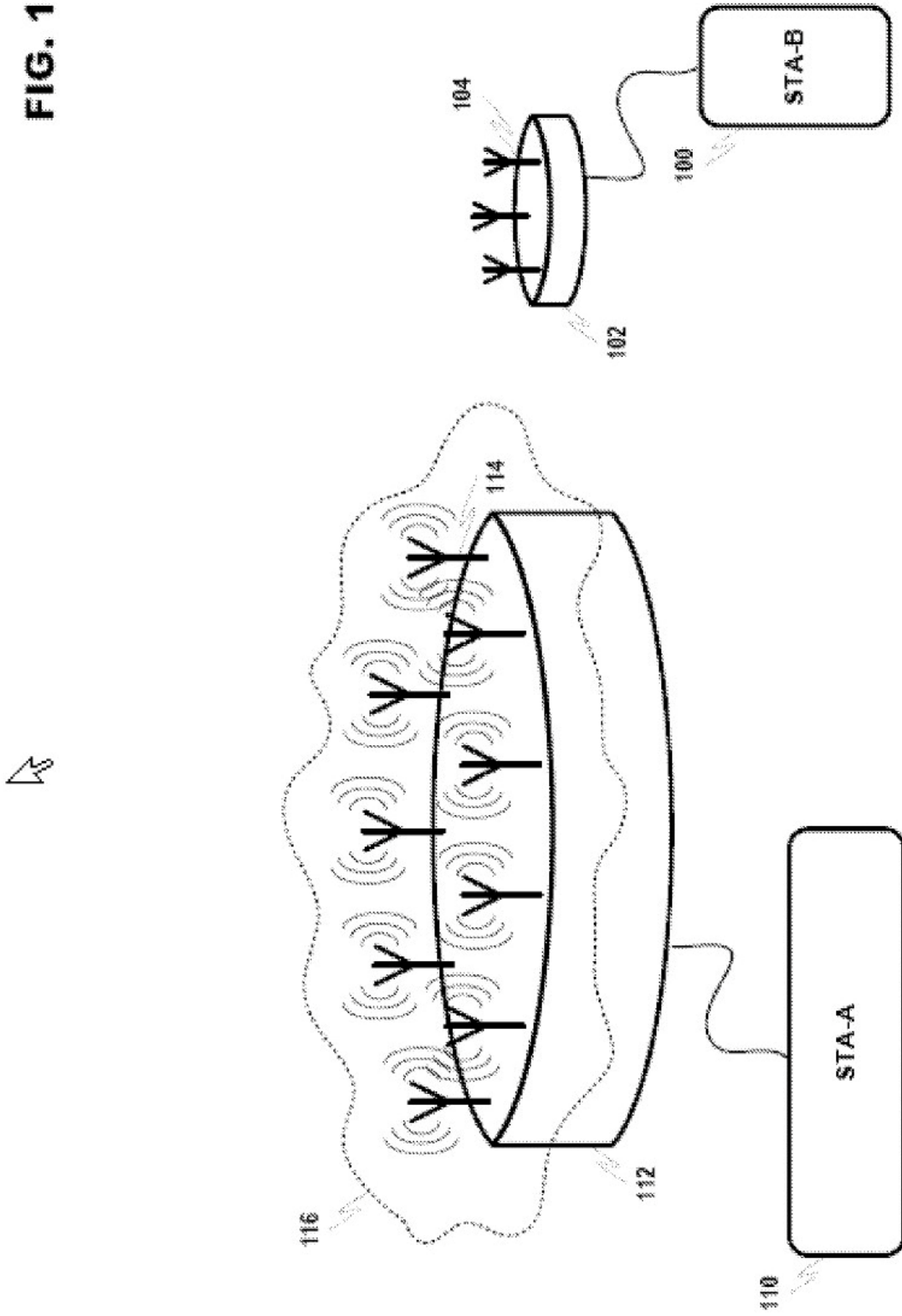




FIG. 1B

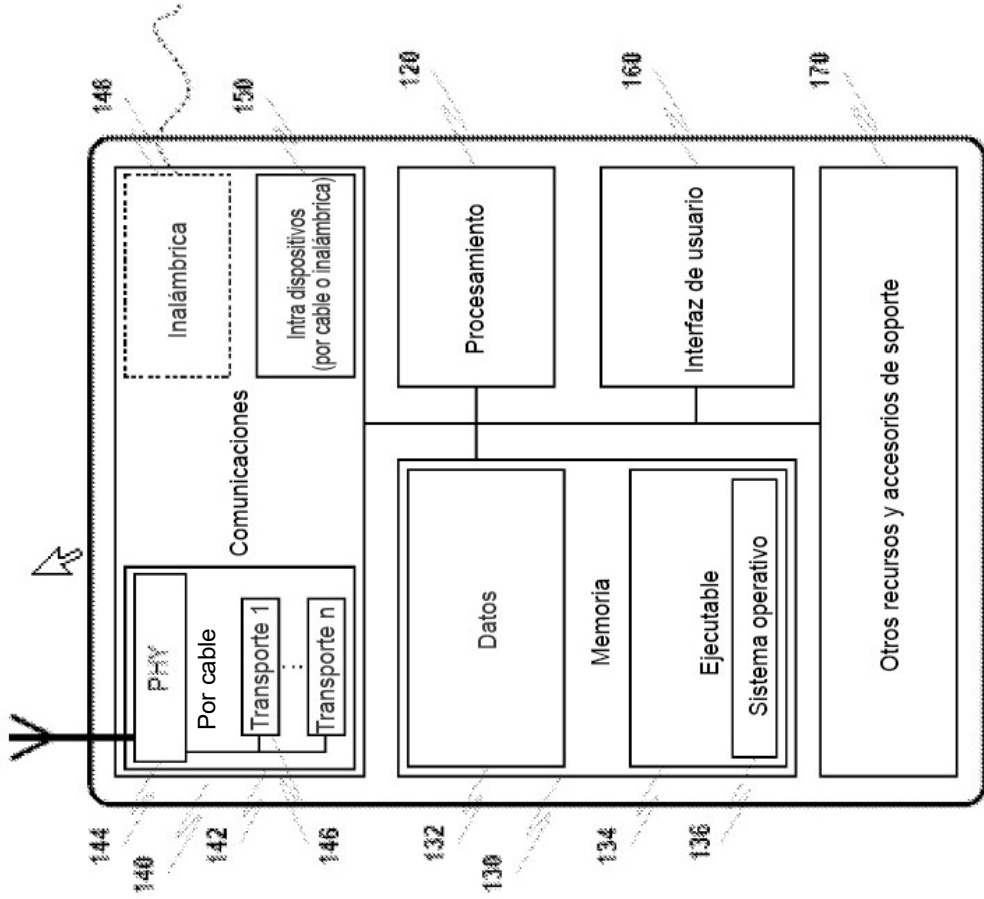


FIG. 2

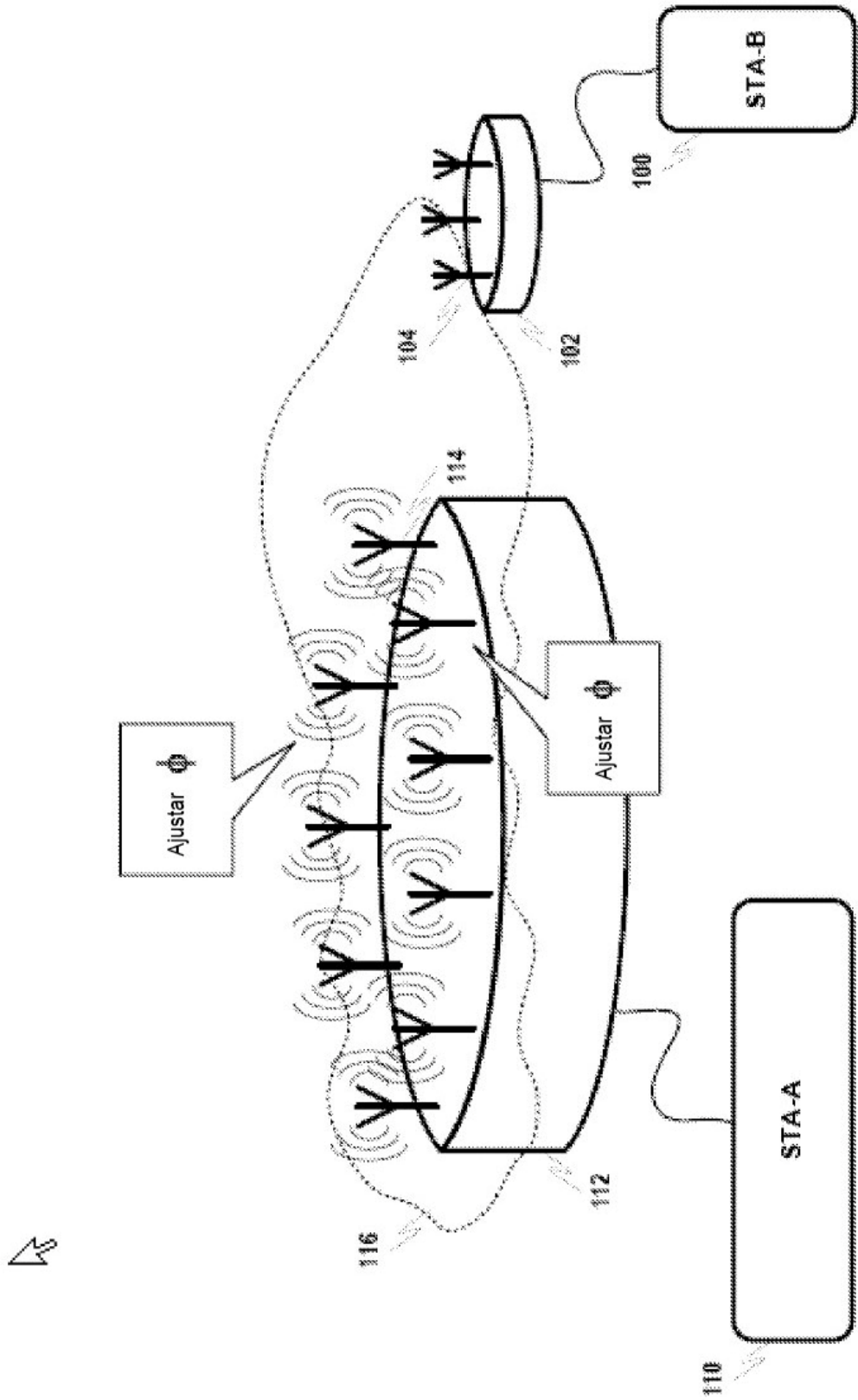


FIG. 3

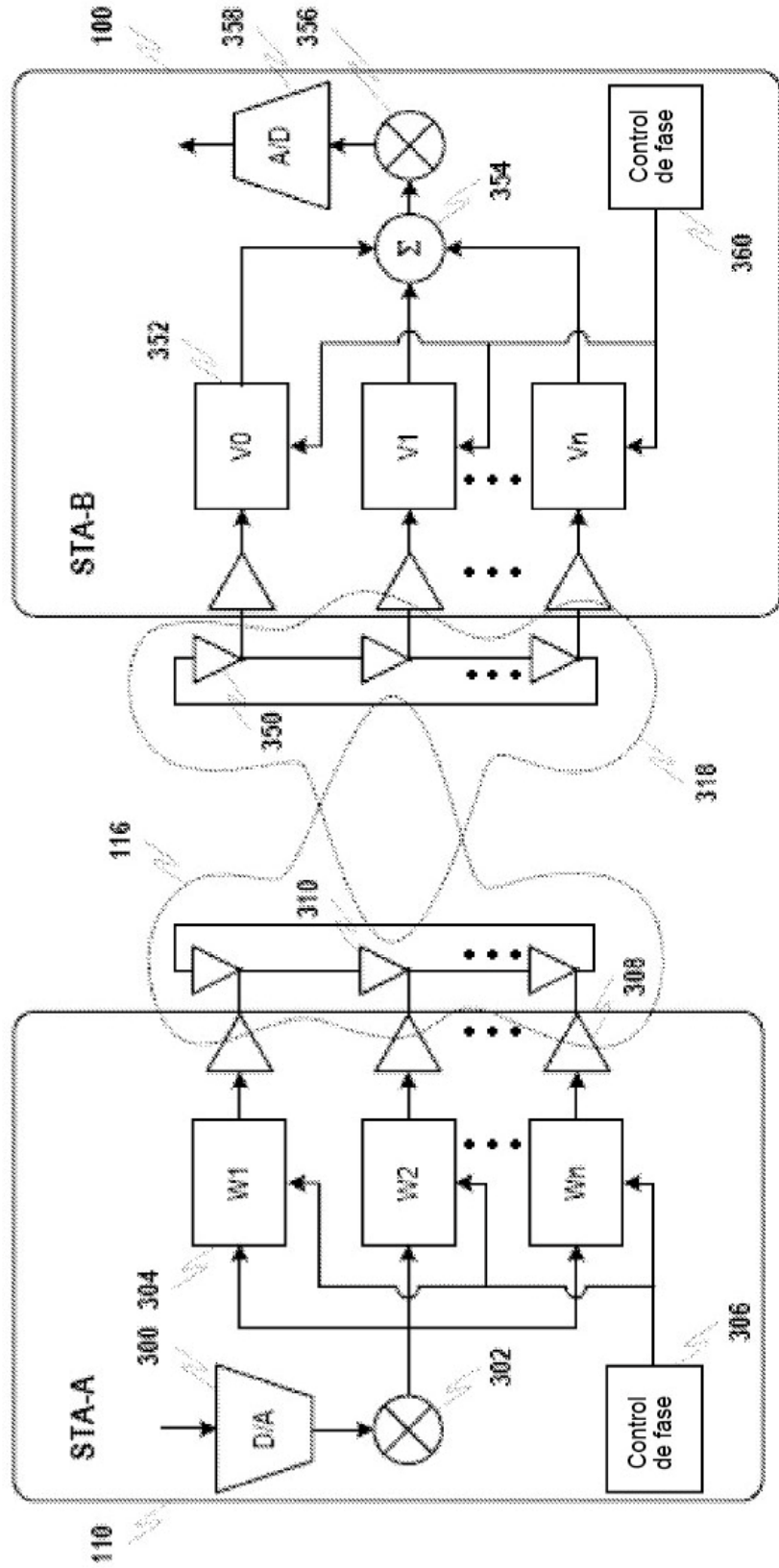


FIG. 4

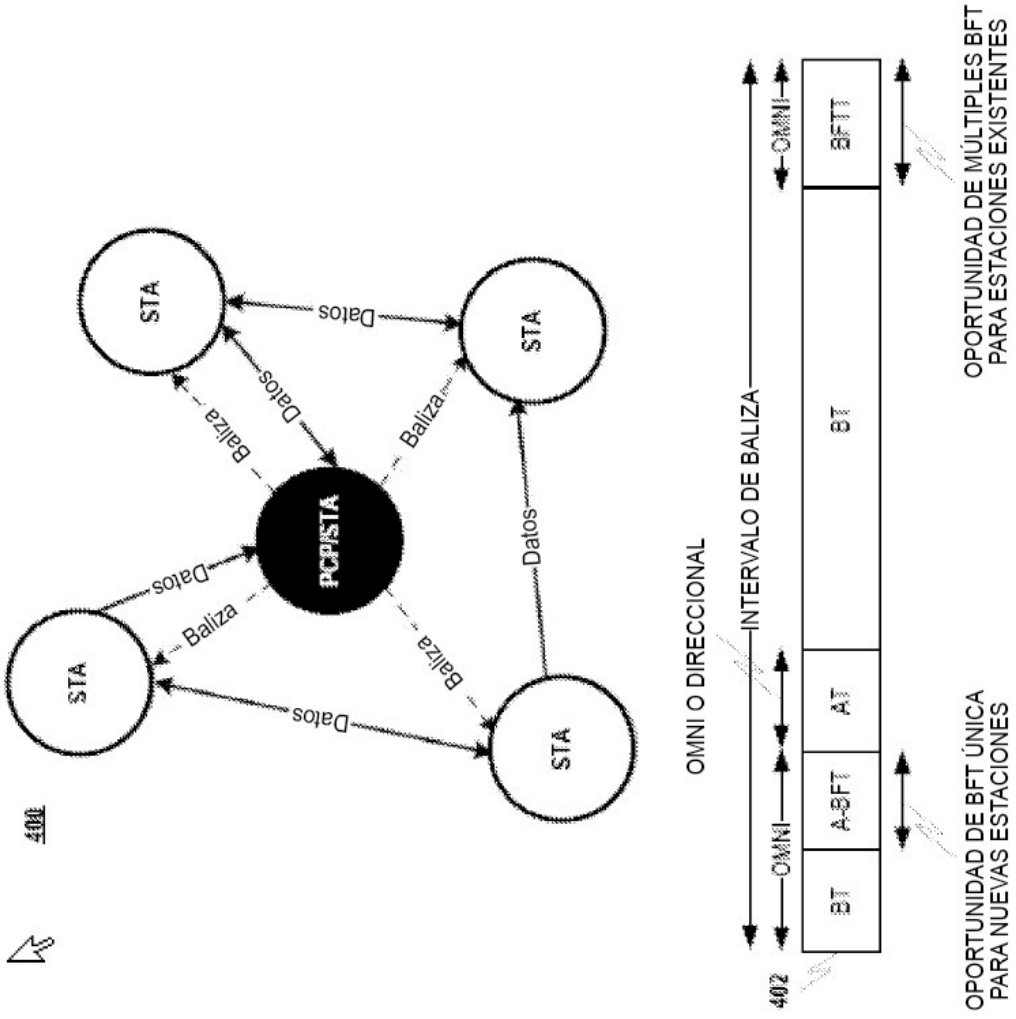
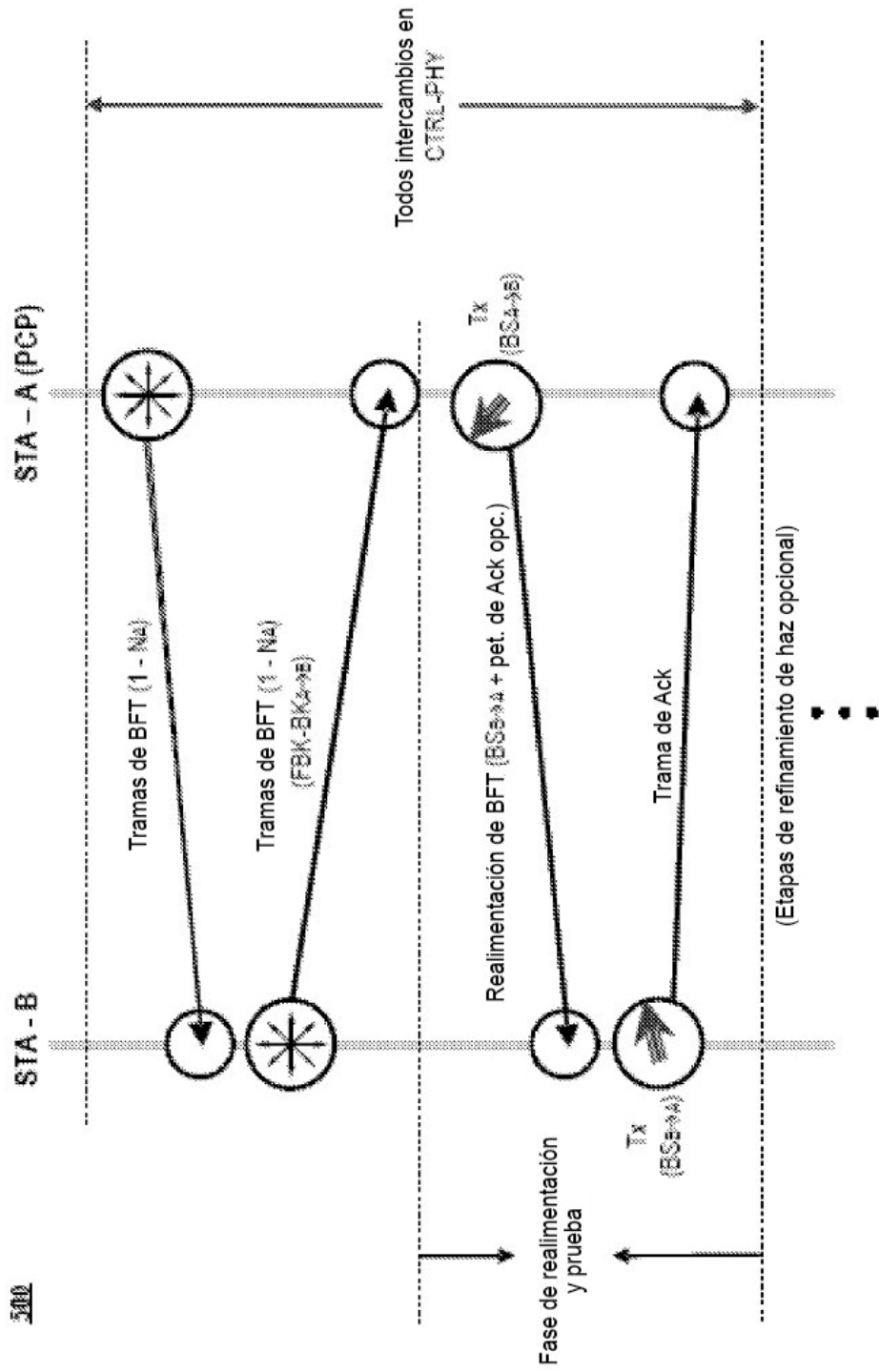
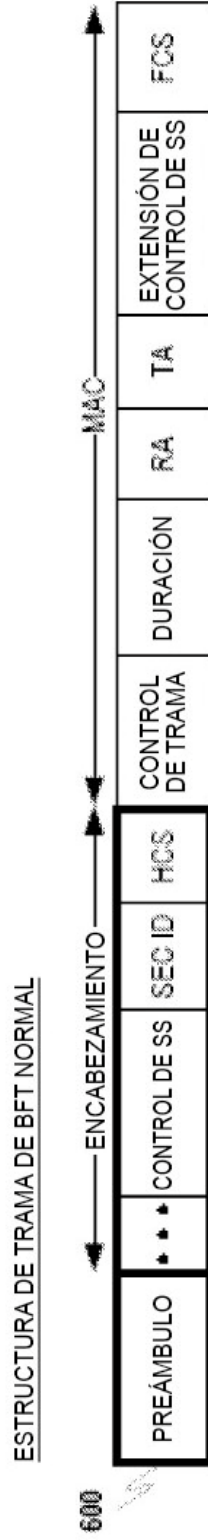


FIG. 5



**FIG. 6**

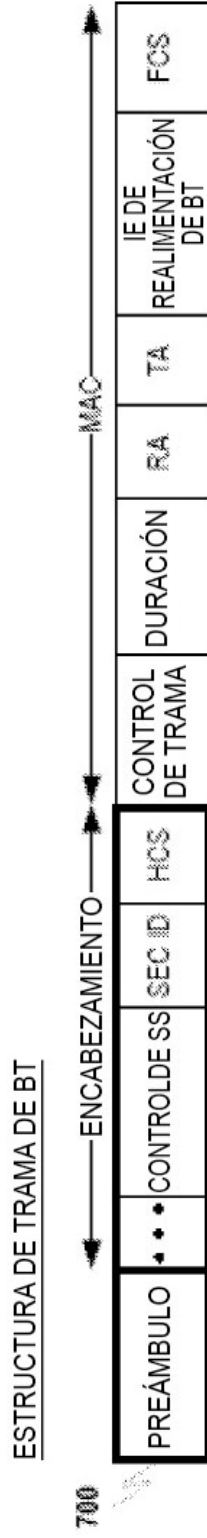


CONTENIDOS DE CAMPO DE CONTROL DE SS

	DIR	Tipo de trama	SEC-CDOWN	ES-FBCK	ACK solíc./reservado
Ets:	B0	B1-B2	B3-B8	E9-14	B15
Detalles	0-FWD 1-REV	00- BFT TSS 01- Ext BFT 10- Realimentación de BT 11 - reservado	Cuenta a tras de tramas de SS	Realimentación de mejor sector	Si tipo = 10: 0 - ACK solicitado 1 - Sin ACK Para otros tipos: Reservado

602

**FIG. 7**

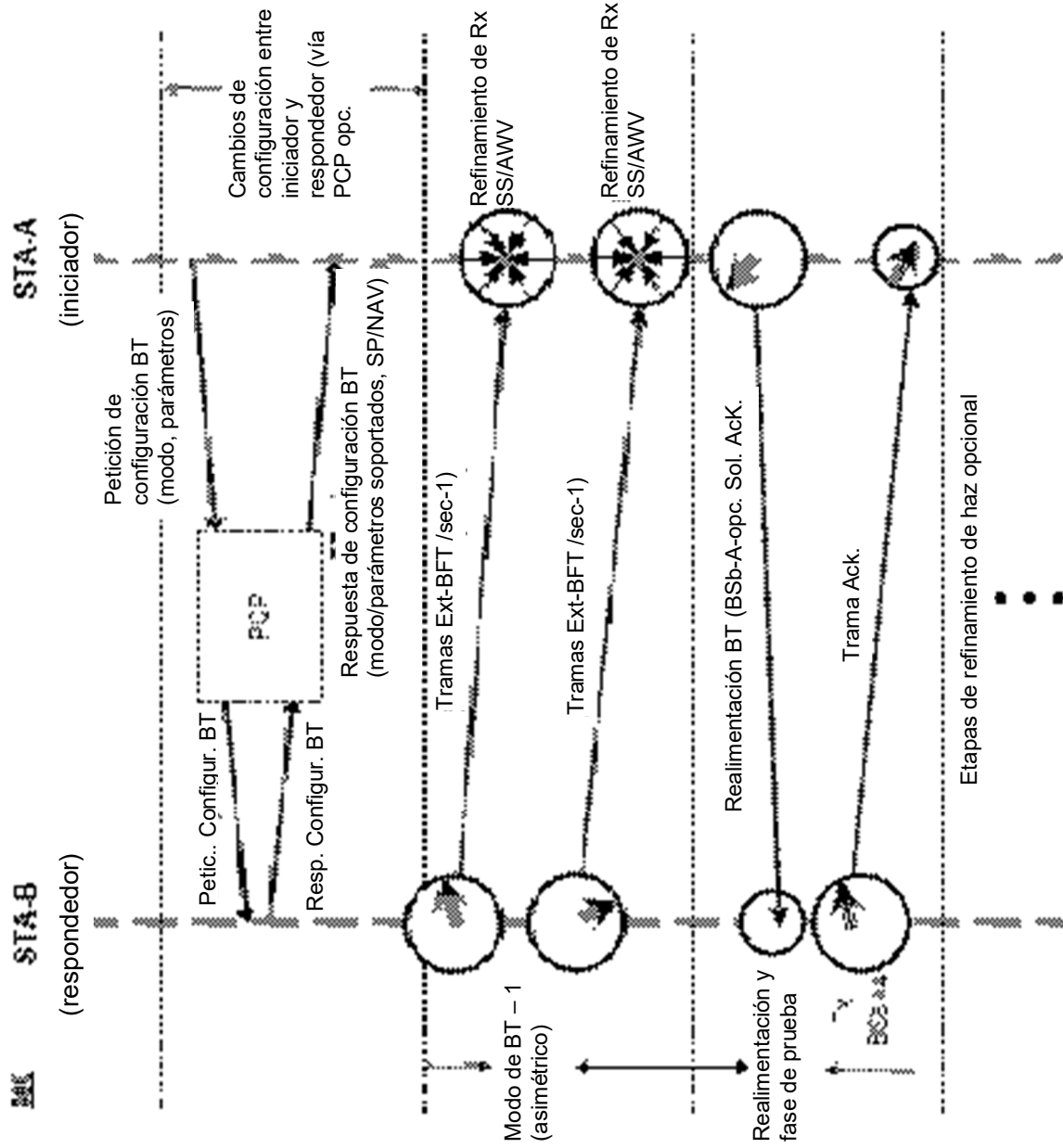


IE DE REALIMENTACIÓN DE BT

702

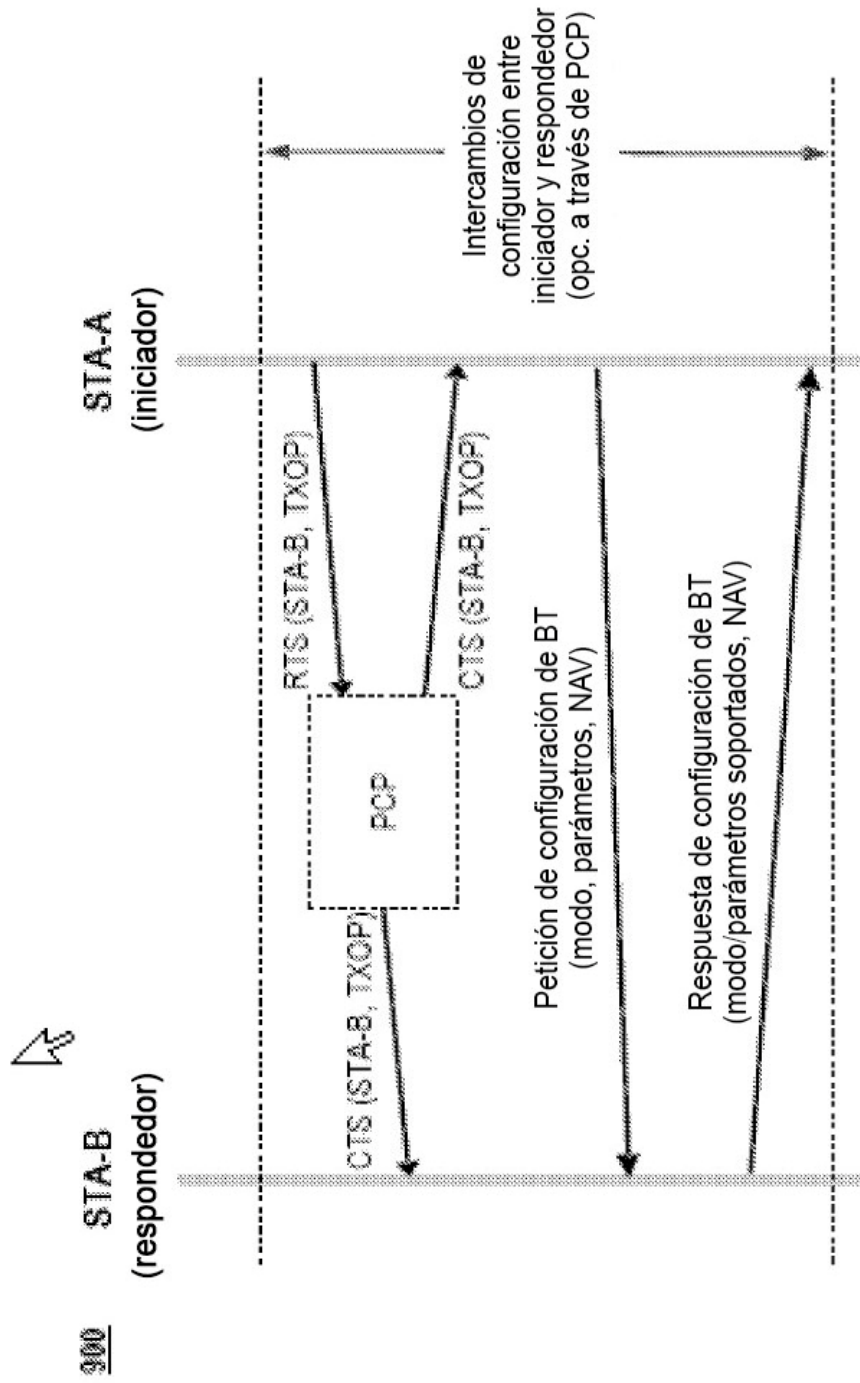
	ID de elemento	Longitud	Calidad de señal para mejor sector	Realimentación de segundo mejor sector	Calidad de señal para segundo mejor sector
Octeto	↑	1	↑	↑	↑

**FIG. 8**

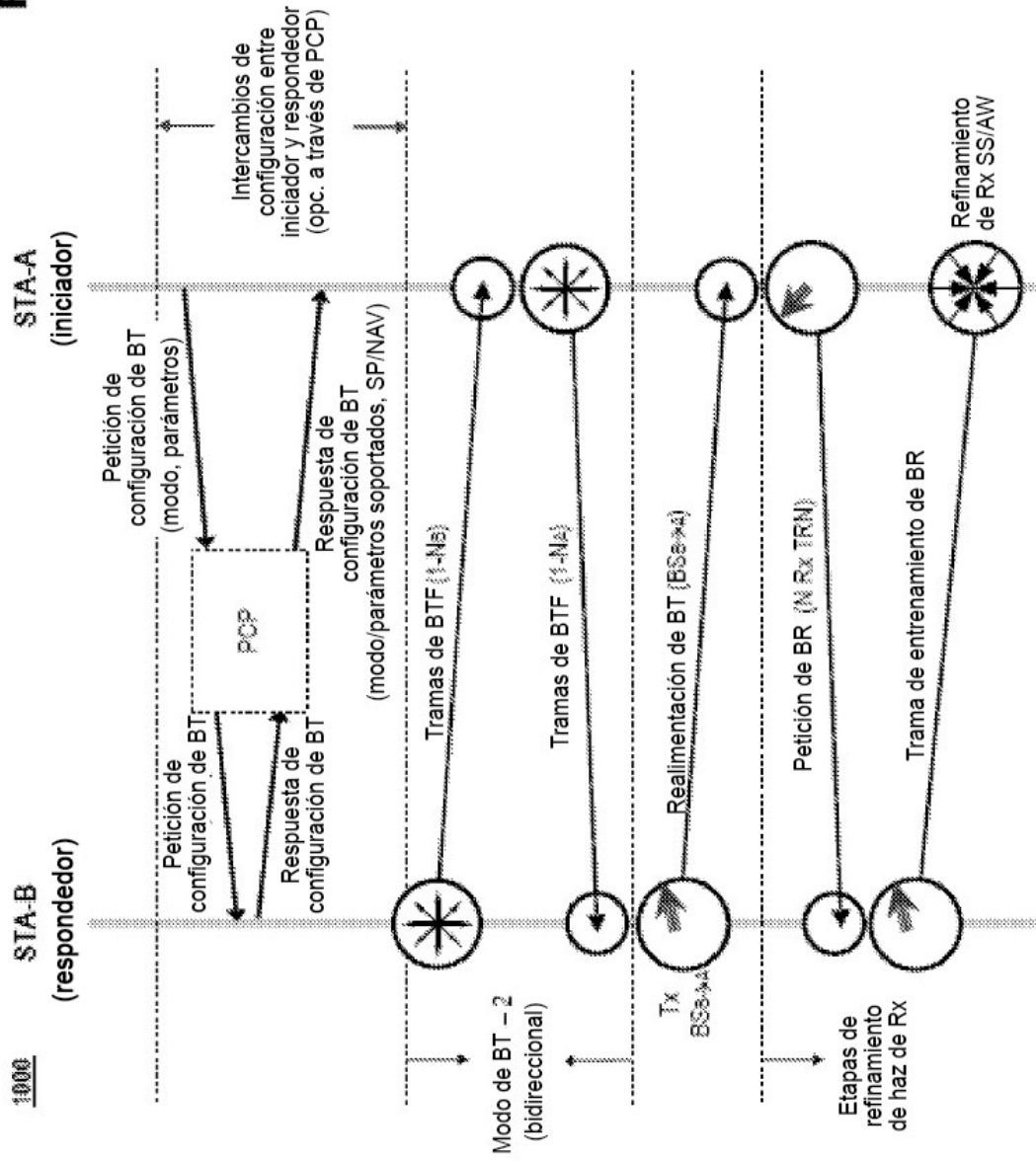




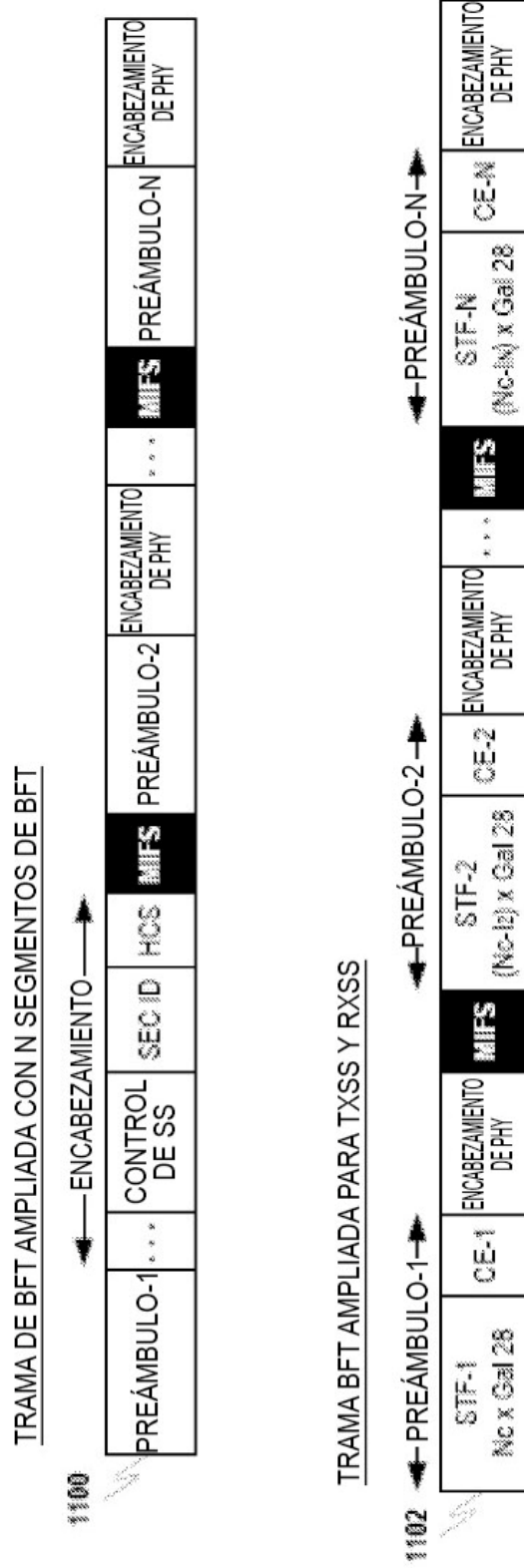
**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**



**FIG. 12**



ESTRUCTURA DE TRAMA DE PETICIÓN DE CONFIGURACIÓN DE BT

Octetos: 2	2	6	6	5-11	4
Control de trama	Duración	RA	TA	Campo de IE de petición de BFT	FCS

ESTRUCTURAS DE CAMPO DE IE DE PETICIÓN DE BFT

ID de elemento	Longitud	Campo de control de modo de BT	Mapa de entrenamiento de sector opcional (lista de id de sector solicitadas para entrenamiento REV)
Octeto: 1	1	3	6

CAMPO DE CONTROL DE MODO BT EN EL CAMPO DE IE DE PETICIÓN DE BFT

Orden de entrenamiento	Entrenamiento FWD/REV	FWD N_TXDIR	FWD RxDIR_Limit	REV N_RXDIR
Bits: B0	B1	B2-B7	B8-B12	B13-B18
0 - FWD Primero	0 - ambos	Valor solicitado	Límite soportado para Tx	Límite soportado para Rx
1 - REV Primero	1 - únicamente FWD o REV			Valor solicitado

**FIG. 13**

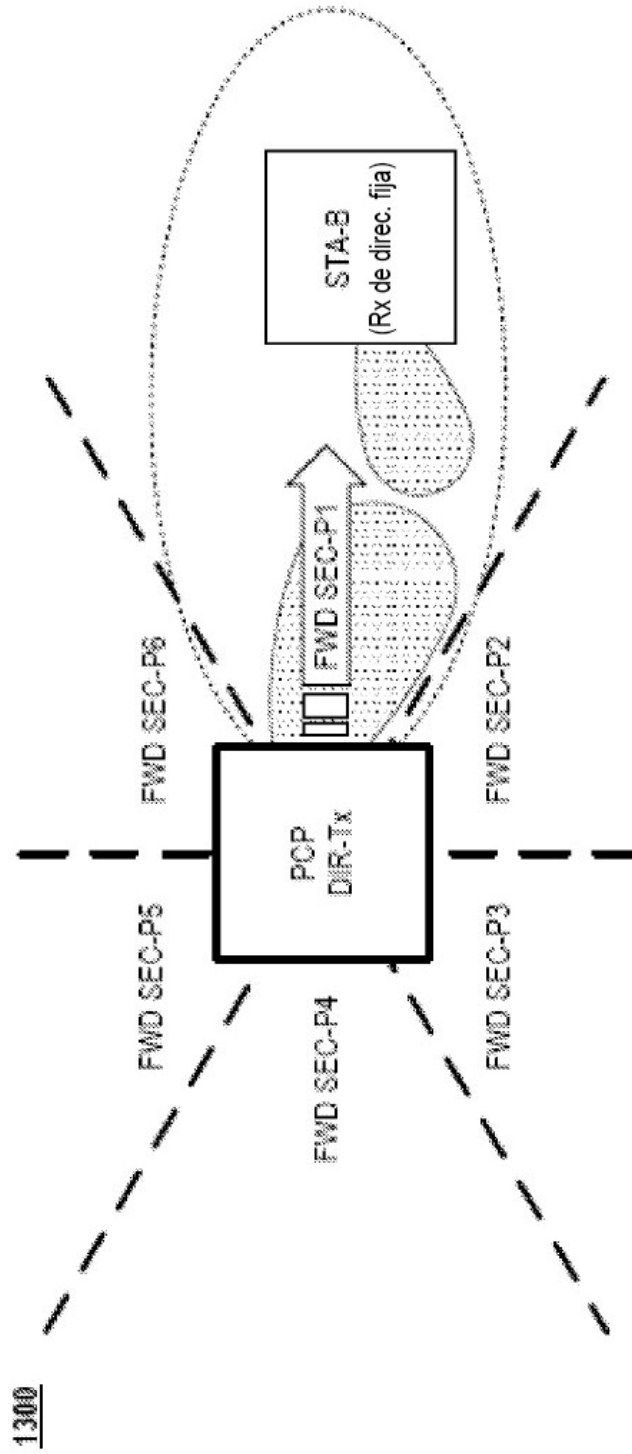


FIG. 14A

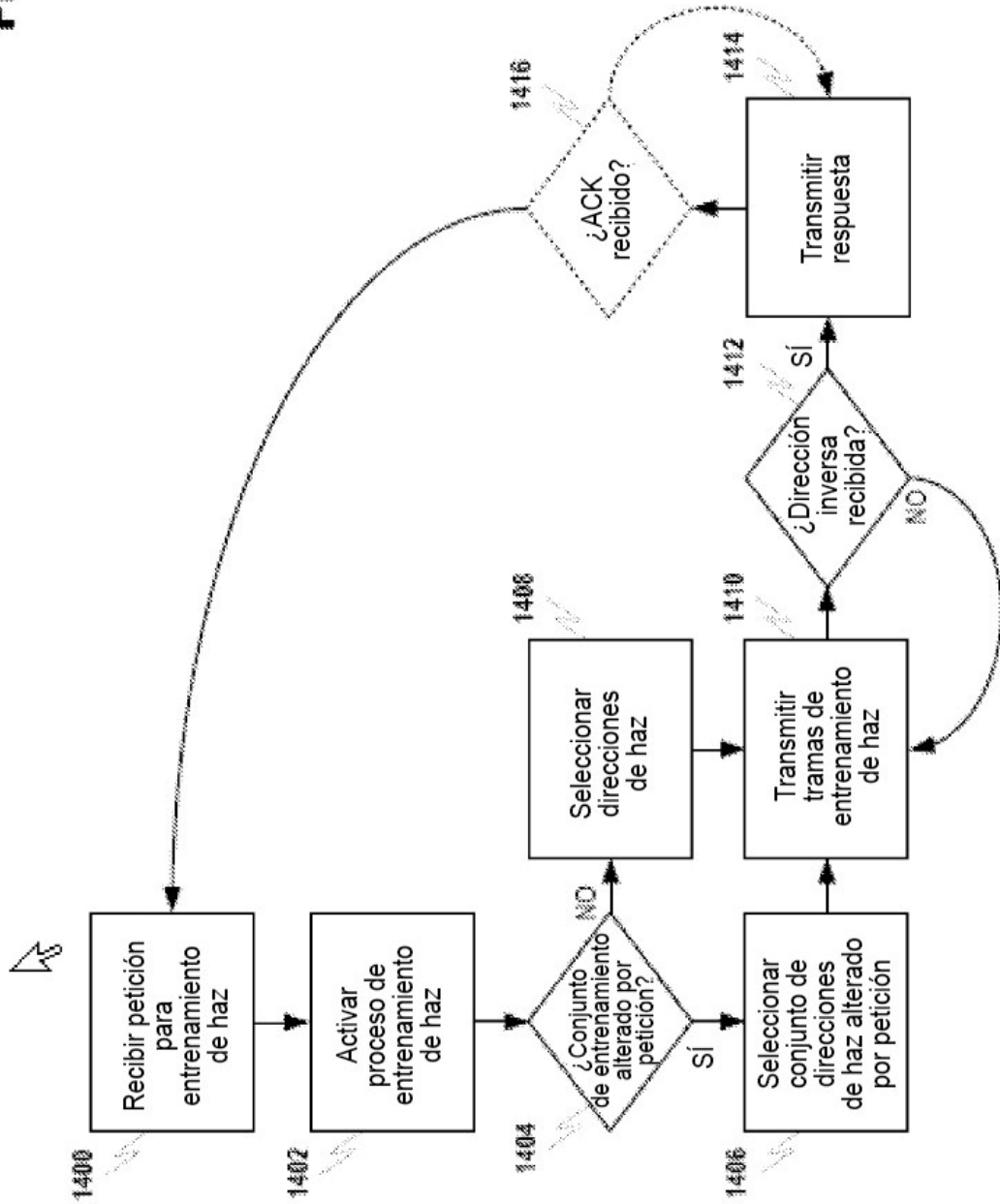


FIG. 14B

