

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 585**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2007.01)

H04B 7/0408 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2015 PCT/CN2015/090768**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016 WO16045621**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2015 E 15844804 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3127250**

54 Título: **Detección de desalineación de haz para un sistema de comunicación inalámbrica con formación de haz**

30 Prioridad:

26.09.2014 US 201462055689 P

24.09.2015 US 201514863492

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

27.07.2020

73 Titular/es:

MEDIATEK INC. (100.0%)

**No. 1, Dusing 1st Rd., Hsinchu Science Park,
Hsinchu City
30078 Taiwan, TW**

72 Inventor/es:

**YU, CHIA-HAO;
CHANG, MING-PO y
SANG, AIMIN JUSTIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 775 585 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

Detección de desalineación de haz para un sistema de comunicación inalámbrica con formación de haz

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica la prioridad a tenor de 35 U.S.C. §119 a partir de la Solicitud Provisional de EE. UU. Número 62/055.689, titulada "Beam Misalignment Detection for Wireless Communication System with Beamforming", presentada el 26 de septiembre de 2014.

Campo técnico

Las realizaciones divulgadas se refieren, en general, a la comunicación inalámbrica y, de manera más particular, a la detección de desalineación de haz en un sistema de formación de haz de banda de milimétricas (mmW).

10 Antecedentes

15 La escasez de ancho de banda cada vez más experimentada por los operadores móviles ha motivado la exploración del infrutilizado espectro de frecuencia de banda de milimétricas (mmWave) entre 3 GHz y 300 GHz para las redes de comunicaciones celulares de banda ancha de próxima generación. El espectro disponible de la banda de ondas milimétricas es doscientas veces mayor que el sistema celular convencional. La red inalámbrica de banda de milimétricas utiliza comunicaciones direccionales con haces estrechos y puede soportar una tasa de datos de múltiples gigabits. El infrutilizado ancho de banda del espectro de banda de milimétricas tiene unas longitudes de onda que varían desde 1 mm hasta 100 mm. Las longitudes de onda muy pequeñas del espectro de banda de milimétricas posibilitan que un gran número de antenas miniaturizadas se coloquen en un área pequeña. Dicho sistema de antenas miniaturizadas puede producir unas ganancias de formación de haz altas a través de sistemas eléctricamente
20 direccionables que generan transmisiones direccionales.

Con los recientes avances en la circuitería de semiconductores de banda de milimétricas, el sistema inalámbrico de banda de milimétricas se ha convertido en una solución prometedora para una implementación real. Sin embargo, la fuerte dependencia de las transmisiones direccionales y la vulnerabilidad del entorno de propagación presentan desafíos particulares para la red de banda de milimétricas. En general, un sistema de red celular está diseñado para
25 lograr las siguientes metas: 1) Dar servicio a muchos usuarios con condiciones de operación ampliamente dinámicas simultáneamente; 2) Robusto ante la dinámica en la variación de canal, la carga de tráfico y los diferentes requisitos de QoS; y 3) Utilización eficiente de recursos tales como ancho de banda y energía. La formación de haz aumenta la dificultad de lograr estas metas.

30 La formación de haz analógica es un buen candidato para su aplicación en sistemas inalámbricos de formación de haz de banda de milimétricas. Proporciona una ganancia de sistema para compensar la pérdida de trayectoria grave debida a un entorno de propagación inalámbrica adverso, y elimina la necesidad de entrenar la matriz de respuesta de canal entre múltiples elementos de antena en los lados de TX/RX. Formadores de haz diferentes pueden tener una resolución espacial diferente. Por ejemplo, una antena sectorial puede tener una cobertura espacial más corta y más ancha, mientras que una antena de formación de haz puede tener una cobertura espacial más larga y más estrecha.
35 Para proporcionar una ganancia de sistema moderada, puede ser necesario un gran número de elementos de sistema. En principio, el mecanismo de entrenamiento de haz, el cual incluye tanto la alineación de haz inicial como el seguimiento de haz posterior, asegura que el haz de la estación base (BS) y el haz del equipo de usuario (UE) están alineados para la comunicación de datos.

40 Para asegurar la alineación de haz, la operación de seguimiento de haz debería adaptarse en respuesta a los cambios de canal. Un seguimiento demasiado rápido provoca una tara alta, un seguimiento demasiado lento provoca una desalineación de haz. Una operación de seguimiento de haz es análoga a una operación de adaptación de enlace. Para una operación de adaptación de enlace apropiada, la información de estado de canal (CSI) relevante se debería recopilar y proporcionar al planificador (por ejemplo, la estación base). Sin embargo, en los sistemas de banda de milimétricas, se espera un tiempo de vida de trayectoria de transmisión un orden de magnitud más corto que las
45 bandas tradicionales de celular debido a la diferencia de longitud de onda. En combinación con un haz dedicado con una cobertura espacial pequeña, el número de trayectorias de transmisión eficaces para un haz dedicado podría ser bastante limitado, y por lo tanto más vulnerable a los movimientos de UE y a los cambios ambientales. Por lo tanto, se vuelve importante decidir y adaptar la periodicidad de notificación de CSI. De manera similar, es deseable posibilitar la detección de desalineación de haz para adaptar adecuadamente la operación de seguimiento de haz en sistemas
50 de formación de haz de banda de milimétricas.

Por ejemplo, un método correspondiente de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2 se conoce del documento US 2005/221861 A1. Un método adicional se describe en el documento US 2013/121185 A1.

Con respecto a la detección de desalineación de haz, la presente invención proporciona un método que tiene las características de o bien la reivindicación 1 o bien la reivindicación 2, así como un equipo de usuario que tiene las características de la reivindicación 8.

5 Se propone un método de detección de desalineación de haz para un sistema de comunicación inalámbrica con formación de haz. Para identificar un haz desalineado, se aplica una degradación de calidad de haz relativa mediante la comparación de una calidad de haz dedicado con una calidad de haz de referencia. El haz de referencia favorece una trayectoria de transmisión similar a la del haz dedicado, y tiene una robustez de movilidad mejor. En una realización preferida, el haz de referencia es un haz de control asociado del haz dedicado. Para detectar una desalineación de haz, se compara una primera SINR de haz dedicado con una segunda SINR de haz de control asociado.
10

En una realización, un UE establece una conexión con una BS sobre un haz dedicado entrenado y alineado. El haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho. El UE monitoriza el haz dedicado y determina una primera calidad de haz. El UE monitoriza un haz de referencia y determina una segunda calidad de haz. El haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho. El haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta. El UE determina un estado de alineación de haz del haz dedicado mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz.
15

En otra realización, una BS establece una conexión de datos con un UE sobre un haz dedicado entrenado y alineado. El haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho. La BS obtiene una primera calidad de haz del haz dedicado. La BS obtiene una segunda calidad de haz de un haz de referencia. El haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho. El haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta. Finalmente, la BS determina un estado de alineación de haz del haz dedicado mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz.
20

Otras realizaciones y ventajas se describen en la descripción detallada posteriormente. Este resumen no pretende definir la invención. La invención se define mediante las reivindicaciones.

25 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, en donde números semejantes indican componentes semejantes, ilustran realizaciones de la invención.

La Figura 1 ilustra haces de control y haces dedicados en un sistema de comunicación inalámbrica de formación de haz de acuerdo con un aspecto novedoso.
30 La Figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de una estación base y un equipo de usuario que lleva a cabo ciertas realizaciones de la presente invención.
La Figura 3 ilustra una detección de desalineación de haz utilizando tanto una transmisión de haz de control como una transmisión de haz dedicado.
La Figura 4 ilustra un primer ejemplo de detección de desalineación de haz en un sistema de formación de haz.
35 La Figura 5 ilustra un segundo ejemplo de detección de desalineación de haz en un sistema de formación de haz.
La Figura 6 ilustra una primera realización de detección de desalineación de haz por una estación base (BS) en un sistema de formación de haz.
La Figura 7 ilustra una segunda realización de detección de desalineación de haz por una estación base (BS) en un sistema de formación de haz.
40 La Figura 8 ilustra una realización de detección de desalineación de haz por un equipo de usuario (UE) en un sistema de formación de haz.
La Figura 9 es un diagrama de flujo de un método de detección de desalineación de haz desde una perspectiva de UE en un sistema de formación de haz de acuerdo con un aspecto novedoso.
45 La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de detección de desalineación de haz desde una perspectiva de BS en un sistema de formación de haz de acuerdo con un aspecto novedoso.

Descripción detallada

A continuación se hará referencia en detalle a algunas realizaciones de la invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos.

50 La Figura 1 ilustra haces de control y haces dedicados en una red celular de banda de milimétricas (mmWave) de formación de haz 100 de acuerdo con un aspecto novedoso. La red de comunicación móvil de banda de milimétricas de formación de haz 100 comprende una estación base BS 101 y un equipo de usuario UE 102. La red celular de banda de milimétricas utiliza comunicaciones direccionales con haces estrechos y puede soportar una tasa de datos de múltiples gigabits. Las comunicaciones direccionales se logran a través de una formación de haz digital y/o analógica, en donde se aplican múltiples elementos de antena con múltiples conjuntos de pesos de formación de haz

para formar múltiples haces. En el ejemplo de la Figura 1, la BS 101 está configurada direccionalmente con múltiples células, y cada célula está cubierta por un conjunto de haces de control de TX/RX gruesos. Por ejemplo, la célula 110 está cubierta por un conjunto de cuatro haces de control CB1, CB2, CB3 y CB4. La colección de los haces de control CB1 - CB4 cubre toda un área de servicio de la célula 110, y cada haz de control tiene una cobertura espacial más ancha y más corta, como se representa. Cada haz de control está, a su vez, cubierto por un conjunto de haces de datos dedicados. Por ejemplo, el CB2 está cubierto por un conjunto de cuatro haces de datos dedicados DB1, DB2, DB3 y DB4. La colección de los haces de datos dedicados cubre un área de servicio de un haz de control, y cada haz de datos dedicado tiene una cobertura espacial más estrecha y más larga, como se representa.

El conjunto de haces de control son haces de nivel inferior que proporcionan una señalización de control de tasa baja para facilitar una comunicación de datos de tasa alta en haces de datos de nivel superior. El conjunto de haces de control se puede configurar periódicamente o tener lugar indefinida y repetidamente en un orden conocido por los UE. El conjunto de haces de control cubre toda el área de cobertura de célula con una ganancia de formación de haz moderada. Cada haz de control radiodifunde una cantidad mínima de información específica de célula y específica de haz similar a un Bloque de Información de Sistema (SIB) o a un Bloque de Información Maestro (MIB) en sistemas LTE. Cada haz puede también portar tráfico de datos o de control específico de UE. Cada haz transmite un conjunto de señales conocidas con el fin de la sincronización tiempo-frecuencia inicial, la identificación del haz de control que transmite las señales, y la medición de la calidad de canal de radio para el haz que transmite las señales. La arquitectura de haz de control y de haz de datos dedicado proporciona un esquema de señalización de control robusto para facilitar la operación de formación de haz en sistemas de red celular de banda de milimétricas. Además, trayectorias espaciales diferentes ofrecidas por niveles diferentes de los haces de control y los haces de datos dedicados dan como resultado unas dinámicas de desvanecimiento y tiempo de coherencia de canal diferentes. Por lo tanto, múltiples elecciones de haces espaciales ofrecen más diversidad espacial para su exploración en células pequeñas de banda de milimétricas.

En principio, el mecanismo de entrenamiento de haz, el cual incluye tanto la alineación de haz inicial como el seguimiento de haz posterior, asegura que el haz de BS y el haz de UE están alineados para la comunicación de datos. Para asegurar la alineación de haz, la operación de seguimiento de haz debería adaptarse en respuesta a los cambios de canal. Un seguimiento demasiado rápido provoca una tara alta, un seguimiento demasiado lento provoca una desalineación de haz. La detección de desalineación de haz y, por lo tanto, la adaptación adecuada de la operación de seguimiento de haz es un desafío. Esto es debido a que la desalineación de haz y la variación de enlace están ligadas desde la perspectiva de la calidad de canal de haz (por ejemplo, SNR/SINR/CQI). La desalineación de haz da como resultado una SINR degradada, mientras que la variación también genera una SINR fluctuante, lo que hace que una diferenciación sencilla de los dos efectos suponga un desafío. Es, por lo tanto, difícil definir hasta qué nivel de degradación da cuenta la desalineación de haz.

De acuerdo con un aspecto novedoso, se aplica una degradación de SINR relativa para identificar la desalineación de haz para un haz dedicado. La SINR de haz dedicado se compara con una SINR de haz de referencia en la detección de la desalineación de haz. El haz de referencia favorece una trayectoria de transmisión similar a la del haz dedicado. El haz de referencia también muestra una robustez de movilidad mejor. En el ejemplo de la Figura 1, la BS 101 y el UE 102 se comunican entre sí a través de un haz dedicado inicialmente alineado DB3. El haz de control asociado para DB3 es CB2, el cual tiene una cobertura espacial superpuesta con DB3. Con el fin de detectar la desalineación de haz, la SINR de haz dedicado de DB3 se compara con la SINR de haz de referencia de CB2 de tal modo que se puede lograr un resultado de detección de desalineación de haz más preciso.

La Figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de una estación base y un equipo de usuario que lleva a cabo ciertas realizaciones de la presente invención. La BS 201 tiene un sistema de antenas 211 que tiene múltiples elementos de antena que transmite y recibe señales de radio, uno o más módulos transceptores de RF 212, acoplados con el sistema de antenas, recibe señales de RF desde la antena 211, las convierte a una señal de banda de base y las envía al procesador 213. El transceptor de RF 212 también convierte las señales de banda de base recibidas del procesador 213, las convierte en señales de RF y las envía al exterior a la antena 211. El procesador 213 procesa las señales de banda de base recibidas e invoca diferentes módulos funcionales para realizar las características en la BS 201. La memoria 214 almacena los datos e instrucciones de programa 215 para controlar las operaciones de la BS 201. La BS 201 también incluye múltiples módulos de función que llevan a cabo tareas diferentes de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

De manera similar, el UE 202 tiene una antena 231, la cual transmite y recibe señales de radio. Un módulo transceptor de RF 232, acoplado con la antena, recibe señales de RF desde la antena 231, las convierte a señales de banda de base y las envía al procesador 233. El transceptor de RF 232 también convierte las señales de banda de base recibidas del procesador 233, las convierte en señales de RF y las envía al exterior a la antena 231. El procesador 233 procesa las señales de banda de base recibidas e invoca diferentes módulos funcionales para realizar las características en el UE 202. La memoria 234 almacena los datos e instrucciones de programa 235 para controlar las operaciones del UE 202. El UE 202 también incluye múltiples módulos de función y circuitos que llevan a cabo tareas diferentes de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

Los módulos funcionales son circuitos que pueden ser implementados y configurados por hardware, firmware, software, y cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, la BS 201 comprende un detector de desalineación de haz 220, que comprende además un circuito de formación de haz 221, un monitor de haz 222 y un comparador de haz 223. El circuito de formación de haz 221 puede pertenecer a una parte de la cadena de RF, que aplica varios pesos de formación de haz a múltiples elementos de antena de la antena 211, formando de este modo varios haces. El monitor de haz 222 monitoriza las señales de radio recibidas y realiza mediciones de las señales de radio sobre los distintos haces. El comparador de haz 223 los resultados de monitorización del haz para cada haz y determina el estado de alineación de haz.

De manera similar, el UE 202 comprende un detector de desalineación de haz 240, que comprende además un circuito de formación de haz 241, un monitor de haz 242, un comparador de haz 243 y un circuito de realimentación de SINR/CQI 244. El circuito de formación de haz 241 puede pertenecer a una parte de la cadena de RF, que aplica varios pesos de formación de haz a múltiples elementos de antena de la antena 231, formando de este modo varios haces. El circuito de formación de haz 241 es opcional para el lado de UE, debido a que el UE 202 puede utilizar, en su lugar, un haz omnidireccional. El monitor de haz 242 monitoriza las señales de radio recibidas y realiza mediciones de las señales de radio sobre los distintos haces. El comparador de haz 243 los resultados de monitorización del haz para cada haz y determina el estado de alineación de haz. El circuito de realimentación de SINR/CQI 244 proporciona información de realimentación de calidad de haz a la BS 201 para la determinación de estado de alineación de haz.

La Figura 3 ilustra una detección de desalineación de haz utilizando tanto una transmisión de haz de control como una transmisión de haz dedicado. Formadores de haz diferentes pueden tener una resolución espacial diferente, es decir, ancho de haz. Por ejemplo, una antena sectorial representada en (a) puede tener una ganancia de sistema inferior pero una cobertura espacial más ancha, mientras que una antena de formación de haz representada en (b) puede tener una ganancia de sistema superior pero una cobertura espacial más estrecha. En principio, el mecanismo de entrenamiento de haz asegura que el haz de BS y el haz de UE están alineados para la comunicación de datos como se representa en (c). El entrenamiento de haz incluye la alineación de haz inicial y el seguimiento de haz posterior. En un lado de BS, un número gestionable de haces de control gruesos da servicio a un sector/célula, por ejemplo, del haz de control 1 al haz de control 4. Otros haces de BS de resolución más fina se denominan haces dedicados, los cuales necesitan ser entrenados antes de su utilización, por ejemplo, el haz dedicado DB3, como se representa por la Figura 3(d).

En el ejemplo de la Figura 3(e), la BS 301 y el UE 302 se comunican entre sí a través de un haz dedicado inicialmente alineado DB3. El haz de control asociado para DB3 es CB2, el cual tiene una cobertura espacial superpuesta con DB3. Para asegurar la alineación de haz, la operación de seguimiento de haz debería adaptarse en respuesta a los cambios del canal, por ejemplo, para asegurar que DB3 está alineado cuando el canal de haz formado cambia con el tiempo. Sin embargo, monitorizar exclusivamente la SINR de DB3 para la detección de desalineación de haz es un desafío, si no es imposible. Esto es debido a que la desalineación de haz y la variación de enlace están ligadas desde la perspectiva de la calidad de canal de haz. La desalineación de haz da como resultado una SINR degradada. La variación de enlace también genera una SINR fluctuante, lo que hace que una diferenciación sencilla de los dos efectos suponga un desafío.

En los sistemas de banda de milimétricas, el tiempo de coherencia de canal de banda de milimétricas de haz formado y el tiempo de coherencia de dirección de haz no se caracterizan fácilmente. Antes de la formación de haz, la escala de tiempo de variación de enlace podría ser de uno o dos órdenes menor que la variación de dirección de haz. La dirección de haz es más una estadística de canal a largo plazo. Por lo tanto, la variación de enlace a corto plazo necesita ser eliminada por filtrado para encontrar el efecto de la desalineación de haz. Sin embargo, aunque el tiempo de coherencia para la variación de enlace y la dirección de haz son diferentes, el aislamiento de los dos efectos es todavía un desafío. Es complejo definir la escala de tiempo del filtrado "a largo plazo" sobre la SINR para aislar el efecto de alineación de haz, en especial en casos de variación de movilidad. Además, puede estar relacionada con la escala de tiempo de, por ejemplo, el apantallamiento, que indica entonces que el valor filtrado todavía está afectado por la variación de canal y la alineación de haz. Es, por lo tanto, difícil definir hasta qué nivel de degradación de SINR da cuenta la desalineación de haz.

De acuerdo con un aspecto novedoso, una degradación de SINR relativa se utiliza mediante la comparación de una SINR de haz dedicado con una SINR de haz de referencia para identificar la desalineación de haz. La SINR de haz de referencia debería favorecer una trayectoria de transmisión similar a la del haz dedicado, y debería tener una robustez de movilidad mejor. En el ejemplo de la Figura 3(e), el haz de referencia para DB3 es el haz de control asociado CB2. En una realización preferida, la SINR1 de haz dedicado actual se compara con la SINR2 de control asociada para determinar la desalineación de haz.

La Figura 4 ilustra un primer ejemplo de detección de desalineación de haz en una red de formación de haz 400. La red de formación de haz 400 comprende una estación base BS 401 y un equipo de usuario UE 402. La BS 401 está configurada direccionalmente con múltiples células, y cada célula está cubierta por un conjunto de haces de control de TX/RX gruesos, por ejemplo, de CB1 a CB4. Inicialmente, el UE 402 realiza una exploración, una selección del haz y una sincronización con la BS 401 utilizando los haces de control. Posteriormente, se entrena un haz dedicado DB0

y se utiliza entonces para la comunicación de datos entre la BS 401 y el UE 402. El haz de control asociado para DB0 es el haz de control CB2, que favorece una trayectoria de transmisión similar a DB0. Para la detección de desalineación de haz, se monitorizan tanto la calidad de haz para DB0 como la calidad de haz para CB2. El haz dedicado DB0 proporciona una ganancia de sistema superior a la de los haces de control. Cuando el DB0 está alineado, la SINR1 de haz dedicado es superior a la SINR2 de haz de referencia (por ejemplo, en la ubicación A). Sin embargo, cuando la SINR1 es simplemente comparable con la SINR2, entonces la desalineación de haz es muy probable (por ejemplo, en la ubicación B). Cuando el UE 402 se mueve desde la ubicación A hasta la ubicación B, la SINR1 para DB0 se degrada, mientras que la SINR2 para CB2 sigue siendo aproximadamente la misma debido a su cobertura espacial angular más ancha. Como resultado, la desalineación de haz es muy probable cuando la SINR1 cae para ser similar a o menor que la SINR2. Una vez se detecta la desalineación de haz, la BS 401 puede realinear el haz dedicado, por ejemplo, entrenar el DB3 para la comunicación de datos con el UE 402.

La Figura 5 ilustra un segundo ejemplo de detección de desalineación de haz en una red de formación de haz 500. La red de formación de haz 500 comprende una estación base BS 501 y un equipo de usuario UE 502. La BS 501 está configurada direccionalmente con múltiples células, y cada célula está cubierta por un conjunto de haces de control de TX/RX gruesos, por ejemplo, de CB1 a CB4. Inicialmente, el UE 502 realiza una exploración, una selección del haz y una sincronización con la BS 501 utilizando los haces de control. Posteriormente, se entrena un haz dedicado DB3 y se utiliza entonces para la comunicación de datos entre la BS 501 y el UE 502. El haz de control asociado para DB0 es el haz de control CB2, que favorece una trayectoria de transmisión similar a DB3. Para la detección de desalineación de haz, se monitorizan tanto la calidad de haz para DB3 como la calidad de haz para CB2. En el ejemplo de la Figura 5, la entrada sin autorización de un transeúnte se comporta más como un desvanecimiento que como una desalineación de haz. Dado que tanto el haz de control CB2 como el haz dedicado DB3 están bloqueados simultáneamente, tanto la SINR1 para DB3 como la SINR2 para CB2 se degradan simultáneamente. En tal caso, dado que no hay desalineación de haz, no necesitamos cambiar del haz dedicado DB3 a otro haz dedicado, donde ambos haces dedicados están asociados con el mismo haz de control CB2. Sin embargo, si tal bloqueo es largo, entonces es posible cambiar a otro haz de control (por ejemplo, CB3) como haz de repliegue. Obsérvese que tanto la SINR1 como la SINR2 se pueden someter a filtrado para obtener unos resultados que sean más representativos. La ventana de filtrado de SINR2 para CB2 puede ser, potencialmente, no menor que la ventana de filtrado de SINR1 para DB3. Esto es debido a que un haz de control es más rico en trayectorias múltiples que un haz dedicado.

Para la detección de desalineación de haz ilustrada anteriormente, la suposición básica es que el haz de control se selecciona adecuadamente todo el tiempo. Esto es debido a que la periodicidad de transmisión de haz de control es un parámetro de sistema y está diseñado para ser un haz de nivel de entrada para todos los usuarios. La desalineación de haz no siempre es detectable, sino que solo se detecta cuando el impacto es grave. En general, funciona para la detección de desalineación de haz de lado de BS. También puede funcionar para la detección de desalineación de haz de lado de UE si la formación de haz de lado de UE es controlada por la BS. Además, se requiere un soporte de señalización de enlace ascendente. Para que la BS realice por sí misma una detección de desalineación, la información de CQI de los haces relevantes necesita ser proporcionada a la BS. Para que el UE realice una detección de desalineación, se requiere una señalización de enlace ascendente para indicar a la BS el estado de alineación de haz. Se favorece una señalización de capa PHY/MAC para la señalización de UE de la detección de desalineación. La señalización se puede combinar con una notificación de CSI. Por otra parte, la señalización de capa de RRC tiene una latencia más larga. Si se va a adjuntar algún valor a la capa de RRC, el filtrado de RRC tiene una ventana de filtrado más larga.

La Figura 6 ilustra una primera realización de detección de desalineación de haz por una estación base (BS) en un sistema de formación de haz. La BS 601 está configurada direccionalmente con un conjunto de haces de control, y ha entrenado un haz dedicado para la comunicación de datos con el UE 602. En la etapa 611, la BS 601 transmite periódicamente señales de referencia de enlace descendente al UE 602 utilizando un haz de control asociado. El haz de control asociado es un haz cuyo haz principal está superpuesto espacialmente con el haz principal del haz dedicado. Basándose en la transmisión de haz de control, el UE 602 monitoriza y mide de forma recursiva el haz de control para la información de CQI (etapa 612). La información de CQI se puede someter a filtrado basándose en una ventana de filtrado para eliminar el efecto de desvanecimiento a corto plazo y para lograr un resultado más representativo. En la etapa 621, la BS 601 transmite periódicamente señales de referencia de enlace descendente al UE 602 sobre el haz dedicado. Basándose en la transmisión de haz dedicado, el UE 602 monitoriza y mide de forma recursiva el haz dedicado para la información de CQI (etapa 622). La información de CQI se puede someter a filtrado basándose en una ventana de filtrado para eliminar el efecto de desvanecimiento a corto plazo y para lograr un resultado más representativo. Obsérvese que, debido a que el haz de control es más rico en trayectorias múltiples en comparación con el haz dedicado, la ventana de filtrado para el CQI de haz de control es no menor que la ventana de filtrado para el CQI de haz dedicado. En la etapa 631, el UE 602 notifica periódicamente tanto el CQI de canal de haz de control asociado como el CQI de canal de haz dedicado a la BS 601 a través de un canal de enlace ascendente. En la etapa 632, la BS 601 realiza de forma recursiva la detección de desalineación de haz mediante la comparación de la calidad de canal de haz de control y la calidad de canal de haz dedicado.

La Figura 7 ilustra una segunda realización de detección de desalineación de haz por una estación base (BS) en un sistema de formación de haz. La BS 701 está configurada direccionalmente con un conjunto de haces de control, y ha

entrenado un haz dedicado para la comunicación de datos con el UE 702. En la etapa 711, la BS 701 transmite periódicamente señales de referencia de enlace descendente al UE 702 utilizando un haz de control asociado. El haz de control asociado es un haz cuyo haz principal está superpuesto espacialmente con el haz principal del haz dedicado. Basándose en la transmisión de haz de control, el UE 702 monitoriza y mide de forma recursiva el haz de control para la información de CQI (etapa 712). La información de CQI se puede someter a filtrado basándose en una ventana de filtrado para eliminar el efecto de desvanecimiento a corto plazo y para lograr un resultado más representativo. En la etapa 721, el UE 702 transmite periódicamente señales de referencia de enlace ascendente a la BS 701 sobre el haz dedicado. Basándose en la transmisión de haz dedicado, la BS 701 monitoriza y mide de forma recursiva el haz dedicado para la información de CQI (etapa 722). La información de CQI se puede someter a filtrado basándose en una ventana de filtrado para eliminar el efecto de desvanecimiento a corto plazo y para lograr un resultado más representativo. Obsérvese que, debido a que el haz de control es más rico en trayectorias múltiples en comparación con el haz dedicado, la ventana de filtrado para el CQI de haz de control es no menor que la ventana de filtrado para el CQI de haz dedicado. En la etapa 731, el UE 702 notifica periódicamente el CQI de canal de haz de control asociado a la BS 701 a través de un canal de tara de enlace ascendente (sin realimentación de CQI de canal de haz dedicado). En la etapa 732, la BS 701 realiza de forma recursiva la detección de desalineación de haz dedicado mediante la comparación de la calidad de canal de haz de control y la calidad de canal de haz dedicado.

La Figura 8 ilustra una realización de detección de desalineación de haz por un equipo de usuario (UE) en un sistema de formación de haz. La BS 801 está configurada direccionalmente con múltiples células, y cada célula está cubierta por un conjunto de haces de control de TX/RX gruesos. Inicialmente, el UE 802 realiza una exploración, una selección del haz y una sincronización con la BS 801 utilizando los haces de control. En la etapa 811, la BS 801 y el UE 802 establecieron una conexión de datos sobre un haz de datos dedicado entrenado basándose en una operación de entrenamiento de haz (después de realizar la sincronización, el acceso aleatorio y el establecimiento de conexión de RRC). En la etapa 821, la BS 801 transmite periódicamente señales de referencia de enlace descendente al UE 802 utilizando un haz de control asociado. El haz de control asociado es un haz cuyo haz principal está superpuesto espacialmente con el haz principal del haz dedicado. Basándose en la transmisión de haz de control, el UE 802 monitoriza y mide de forma recursiva el haz de control para la información de CQI1 (etapa 822). El CQI1 se puede someter a filtrado basándose en una ventana de filtrado para lograr un resultado más representativo. En la etapa 831, la BS 801 transmite periódicamente señales de referencia de enlace descendente al UE 802 sobre el haz dedicado. Basándose en la transmisión de haz dedicado, el UE 802 monitoriza y mide de forma recursiva el haz dedicado para la información de CQI2 (etapa 832). El CQI2 se puede someter a filtrado basándose en una ventana de filtrado para lograr un resultado más representativo. Obsérvese que, debido a que el haz de control es más rico en trayectorias múltiples en comparación con el haz dedicado, la ventana de filtrado para el CQI1 de haz de control es no menor que la ventana de filtrado para el CQI2 de haz dedicado. En la etapa 841, el UE 802 realiza de forma recursiva la detección de desalineación de haz dedicado mediante la comparación de la calidad de canal de haz de control CQI1 y la calidad de canal de haz dedicado CQI2. En la etapa 842, el UE 802 notifica periódicamente la indicación de estado de alineación de haz a la BS 801. Se proporciona un medio de señalización de enlace ascendente para el UE 802 que indica a la BS 801 el estado de alineación de haz, por ejemplo, a través de una notificación de CSI.

Tras recibir la indicación de estado de alineación de haz, la BS 801 puede reconfigurar en consecuencia los parámetros de operación de seguimiento de haz (etapa 851). Por ejemplo, si la desalineación de haz no tiene lugar durante un periodo largo, entonces la BS 801 puede incrementar la periodicidad del seguimiento de haz. Por otra parte, si la desalineación de haz tiene lugar relativamente a menudo, entonces la BS 801 puede reducir la periodicidad del seguimiento de haz. En una operación preferida, una vez que se ha detectado la desalineación de haz, un haz de control asociado puede utilizarse como haz de repliegue para la comunicación. A continuación, la realineación del haz dedicado se puede realizar con un parámetro de seguimiento de haz modificado (la utilización del parámetro de seguimiento de haz modificado se debe a que sabemos que el parámetro actual no es suficiente para el seguimiento de haz debido a la desalineación de haz detectada).

Además, si se ha detectado una desalineación de haz dedicado y se ha señalado a la BS, la BS 801 puede adoptar diferentes opciones para cualquier paquete erróneo (etapa 852). En una primera opción, la BS puede intentar una retransmisión. La BS 801 puede retransmitir el paquete después de que se realineara el haz dedicado (puede experimentarse una discontinuidad en el servicio). La BS 801 puede elegir una versión de redundancia con tantos bits sistemáticos como sea posible. La BS 801 también puede retransmitir el paquete con el haz de control asociado, y elegir una versión de redundancia con tantos bits sistemáticos como sea posible. En una segunda opción, la BS puede abandonar la transmisión, e iniciar una nueva transmisión para el paquete. Similar a la opción 1, la BS 801 puede utilizar el haz de control asociado o utilizar un haz dedicado realineado.

La Figura 9 es un diagrama de flujo de un método de detección de desalineación de haz desde una perspectiva de UE en un sistema de formación de haz de acuerdo con un aspecto novedoso. En la etapa 901, un UE establece una conexión con una BS sobre un haz dedicado entrenado y alineado. El haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho. En la etapa 902, el UE monitoriza el haz dedicado y determina una primera calidad de haz. En la etapa 903, el UE monitoriza un haz de referencia y determina una segunda calidad de haz. El haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho. El haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta. En la etapa 904, el UE determina un estado de alineación de haz del haz dedicado

mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz.

La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de detección de desalineación de haz desde una perspectiva de BS en un sistema de formación de haz de acuerdo con un aspecto novedoso. En la etapa 1001, un BS establece una conexión de datos con un UE sobre un haz dedicado entrenado y alineado. El haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho. En la etapa 1002, la BS obtiene una primera calidad de haz del haz dedicado. En la etapa 1003, la BS obtiene una segunda calidad de haz de un haz de referencia. El haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho. El haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta. En la etapa 1004, la BS determina un estado de alineación de haz del haz dedicado mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz.

- 5
- 10 Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con ciertas realizaciones específicas con fines pedagógicos, la presente invención no se limita a las mismas. En consecuencia, pueden ponerse en práctica varias modificaciones, adaptaciones y combinaciones de varias características de las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

establecer (901) una conexión de datos con una estación base mediante un equipo de usuario (UE) sobre un haz dedicado, en donde el haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho;
 5 monitorizar (902) el haz dedicado y determinar una primera calidad de haz;
 monitorizar (903) un haz de referencia y determinar una segunda calidad de haz, en donde el haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho, y en donde el haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta; y
 10 determinar (904) un estado de alineación de haz del haz dedicado mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz,

caracterizado por que

cada calidad de haz está asociada con una relación señal a interferencia más ruido, SINR, o un indicador de calidad de canal, CQI, del canal de haz correspondiente, en donde la primera calidad de haz se estima mediante la aplicación de una primera ventana de filtrado y la segunda calidad de haz se estima mediante la aplicación de una
 15 segunda ventana de filtrado, y

por que la primera ventana de filtrado es igual o menor que la segunda ventana de filtrado.

2. Un método, que comprende:

establecer (1001) una conexión de datos con un equipo de usuario (UE) mediante una estación base sobre un haz dedicado, en donde el haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho;
 20 obtener (1002) una primera calidad de haz del haz dedicado;
 obtener (1003) una segunda calidad de haz de un haz de referencia, en donde el haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho, y en donde el haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta; y determinar (1004) un estado de alineación de haz del haz dedicado mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz,

caracterizado por que

cada calidad de haz está asociada con una relación señal a interferencia más ruido, SINR, o un indicador de calidad de canal, CQI, del canal de haz correspondiente, en donde la primera calidad de haz se estima mediante la aplicación de una primera ventana de filtrado y la segunda calidad de haz se estima mediante la aplicación de una
 25 segunda ventana de filtrado, y

por que la primera ventana de filtrado es igual o menor que la segunda ventana de filtrado.

3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el haz de referencia es un haz de control, y en donde una colección de los haces de control cubre toda un área de servicio de una célula.

4. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde la estimación de calidad de haz se filtra para un alisamiento.

5. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde se determina que el haz dedicado está desalineado si la primera
 35 calidad de haz es comparable a o menor que la segunda calidad de haz.

6. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde no se determina que el haz dedicado está desalineado si tanto la primera calidad de haz como la segunda calidad de haz están por debajo de un nivel umbral.

7. El método de la reivindicación 2, en el que la estación base reconfigura la operación de seguimiento de haz basándose en el estado de alineación de haz.

40 8. Un equipo de usuario, UE, que comprende:

un transceptor (232) que se comunica con una estación base para establecer una conexión con la estación base sobre un haz dedicado, en donde el haz dedicado tiene una resolución fina con un ancho de haz más estrecho;
 un monitor de haz (242) que monitoriza el haz dedicado y determina una primera calidad de haz, el monitor de haz
 45 también monitoriza un haz de referencia y determina una segunda calidad de haz, en donde el haz de referencia tiene una resolución gruesa con un ancho de haz más ancho, y en donde el haz dedicado y el haz de referencia tienen una cobertura espacial superpuesta; y
 un detector de desalineación de haz (240) que determina un estado de alineación de haz del haz dedicado mediante la comparación de la primera calidad de haz y la segunda calidad de haz,

caracterizado por que

cada calidad de haz está asociada con una relación señal a interferencia más ruido, SINR, o un indicador de calidad de canal, CQI, del canal de haz correspondiente, en donde la primera calidad de haz se estima mediante la aplicación de una primera ventana de filtrado y la segunda calidad de haz se estima mediante la aplicación de una
 50 segunda ventana de filtrado, y

por que la primera ventana de filtrado es igual o menor que la segunda ventana de filtrado.

9. El UE de la reivindicación 8, en donde el haz de referencia es un haz de control, y en donde una colección de los haces de control cubre toda un área de servicio de una célula.

5 10. El UE de la reivindicación 8, en donde se determina que el haz dedicado está desalineado si la primera calidad de haz es comparable a o menor que la segunda calidad de haz.

11. El UE de la reivindicación 8, en donde no se determina que el haz dedicado está desalineado si tanto la primera calidad de haz como la segunda calidad de haz están por debajo de un nivel umbral.

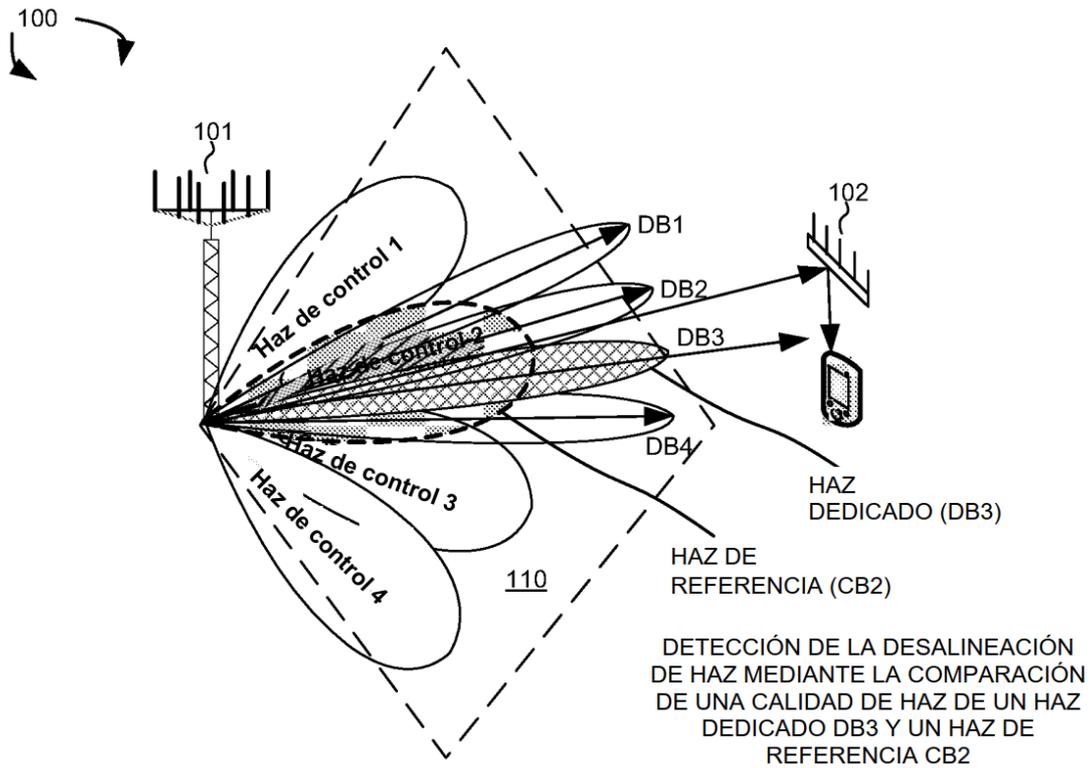


FIG. 1

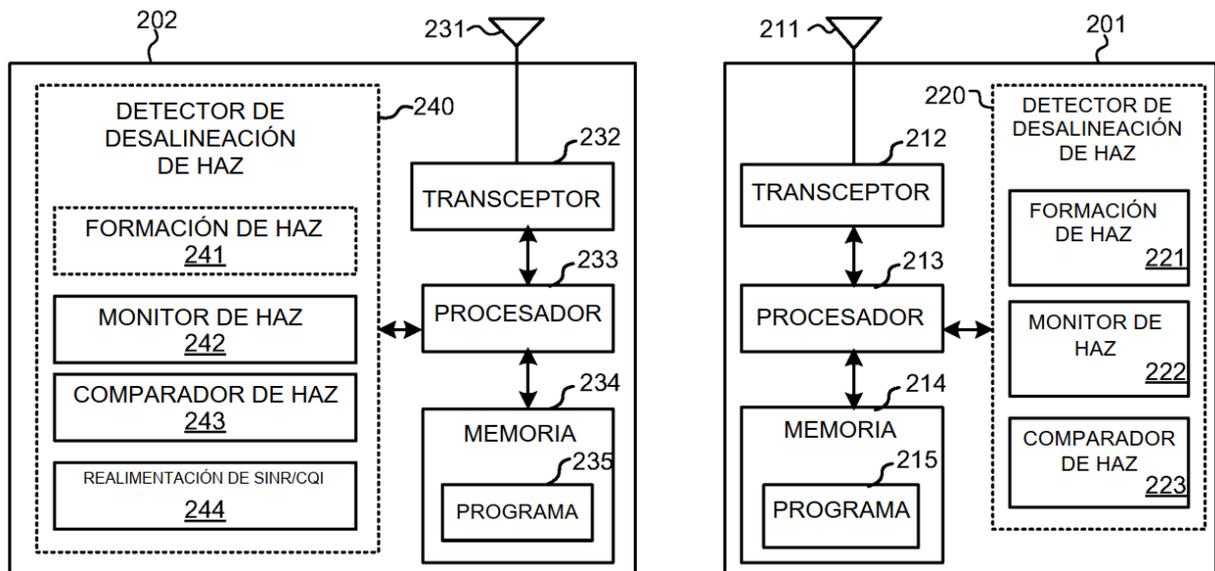


FIG. 2

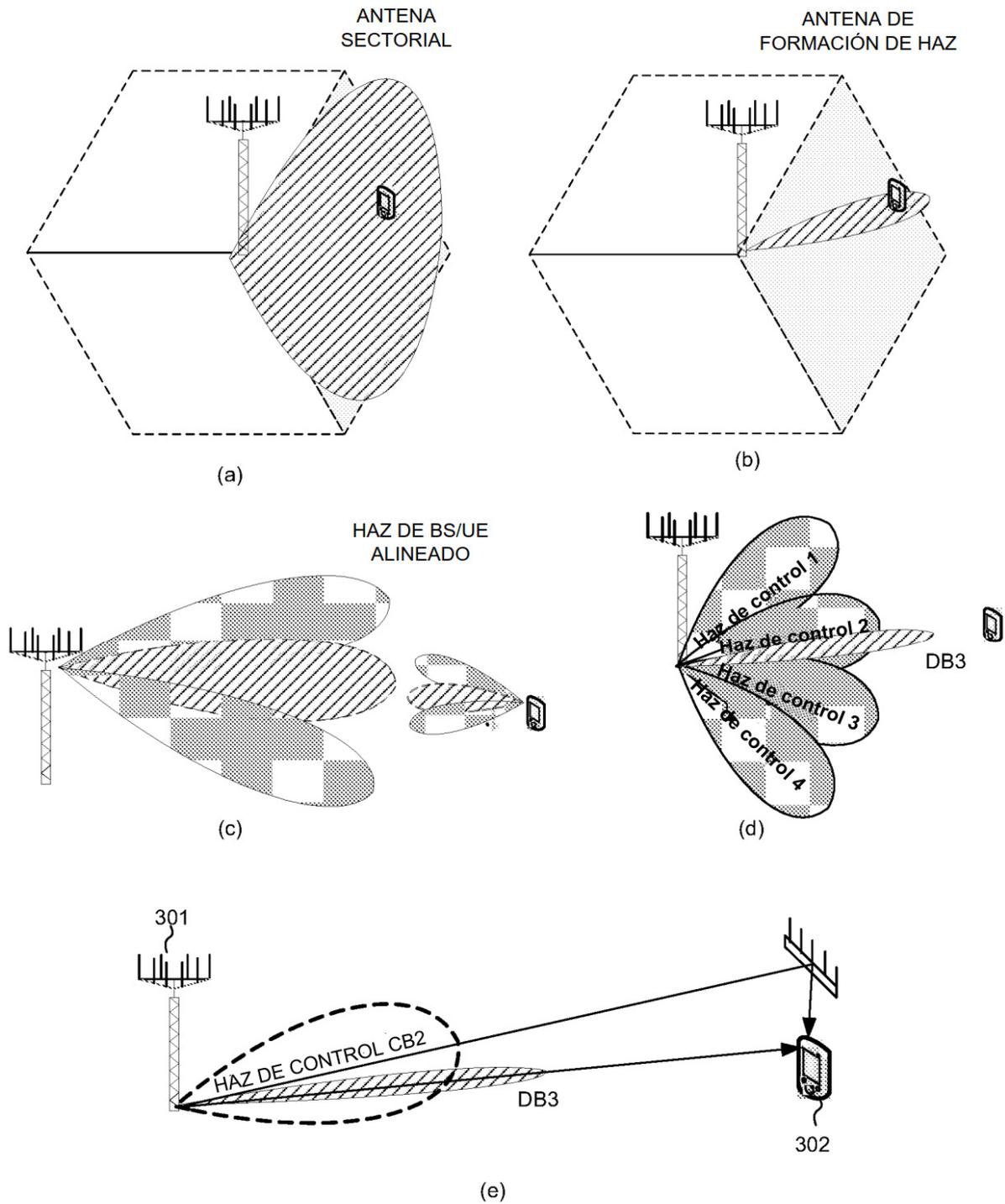


FIG. 3

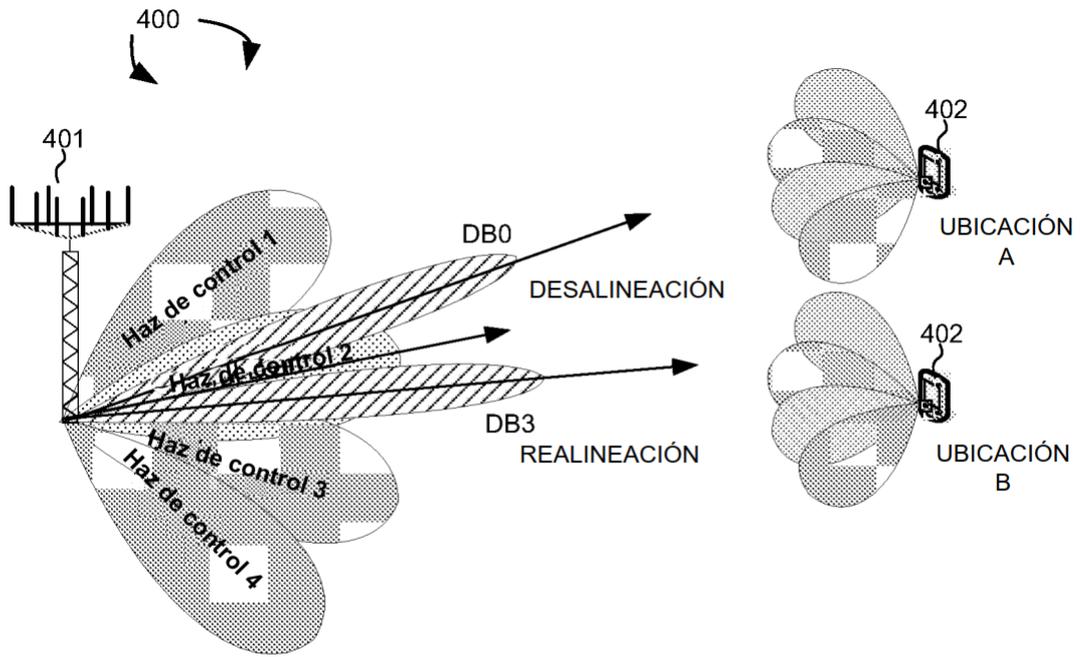


FIG. 4

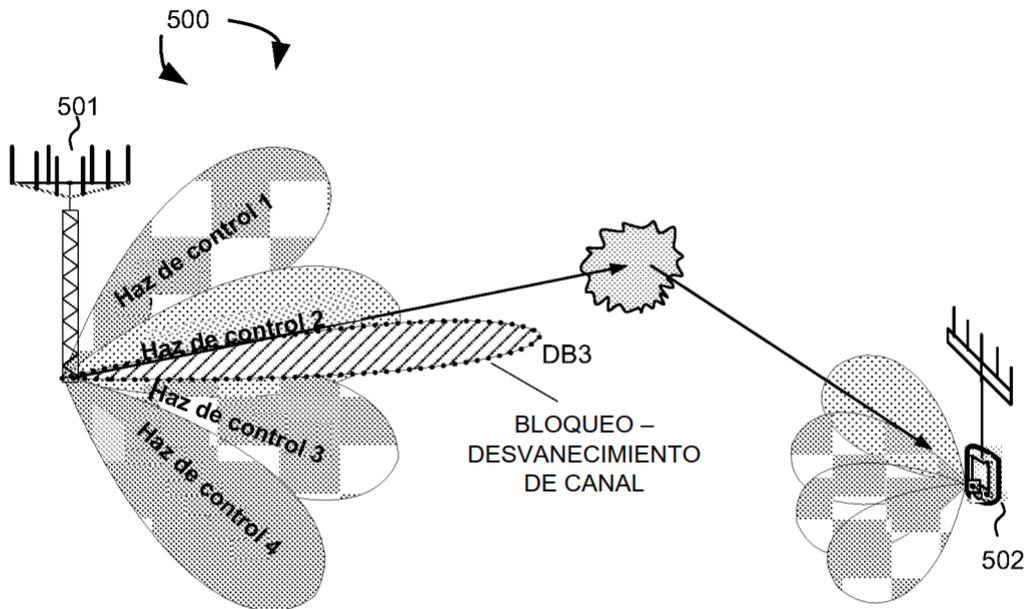


FIG. 5

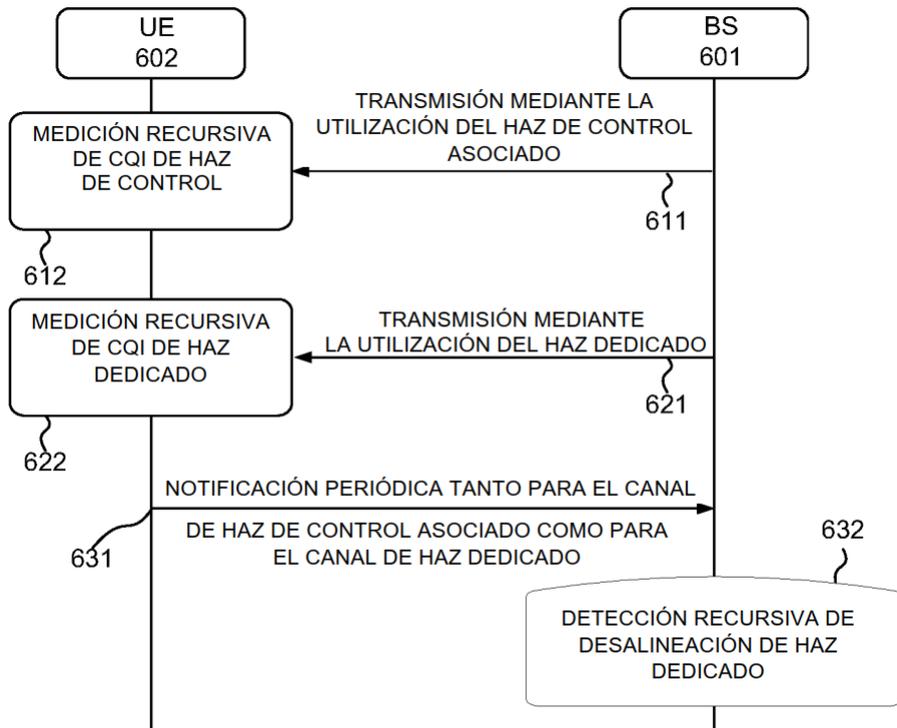


FIG. 6

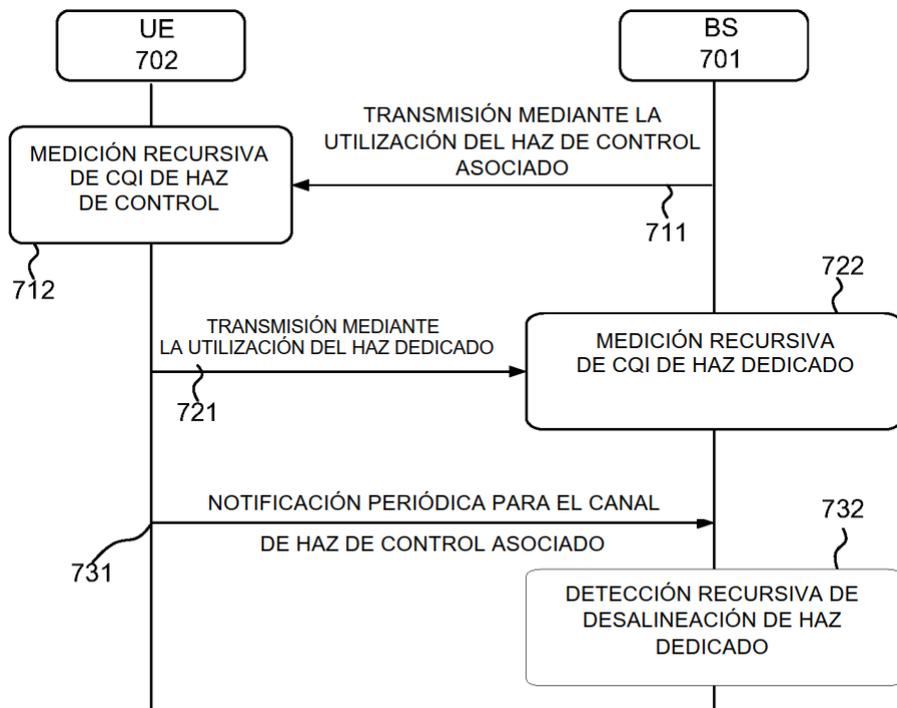


FIG. 7

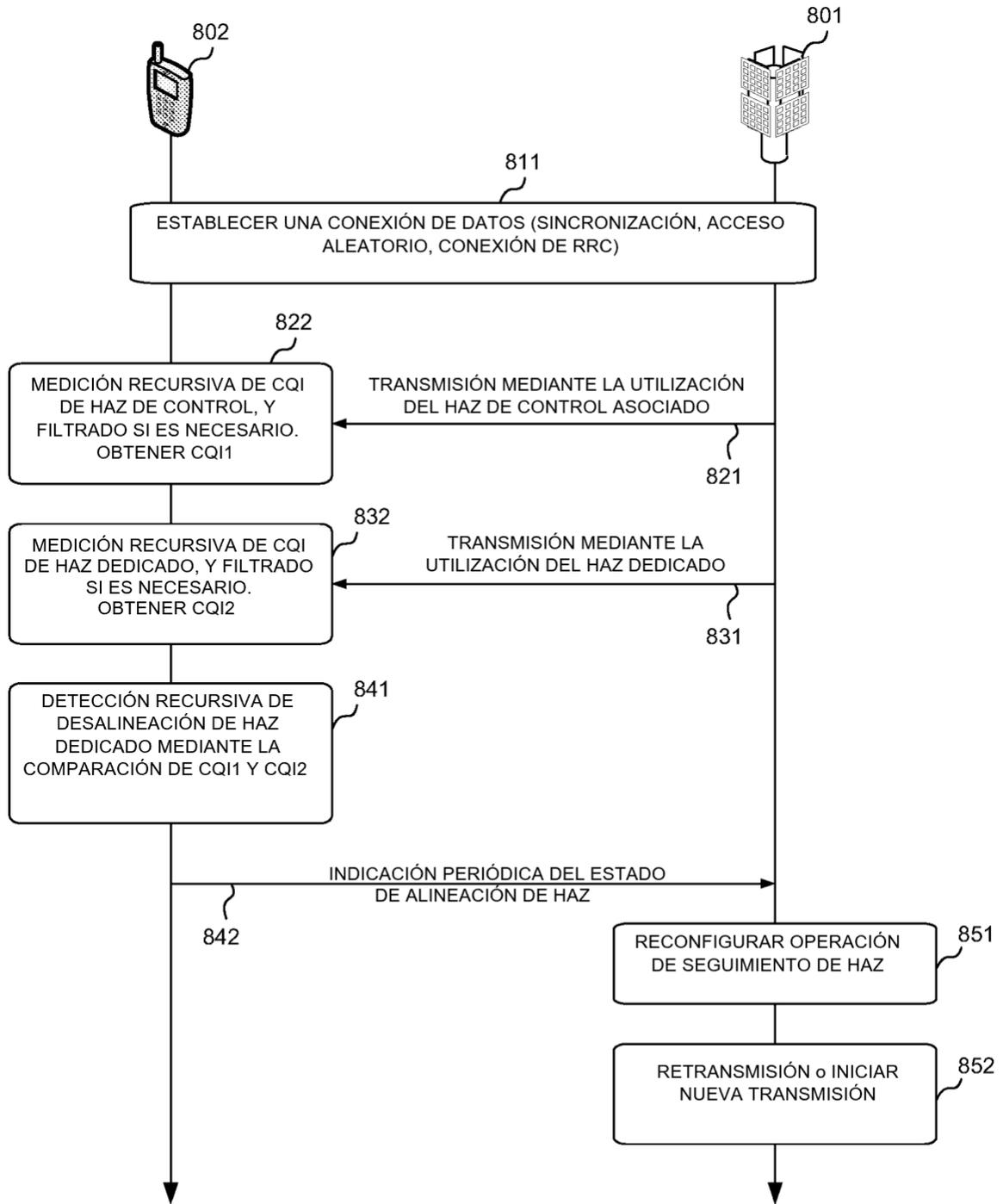


FIG. 8

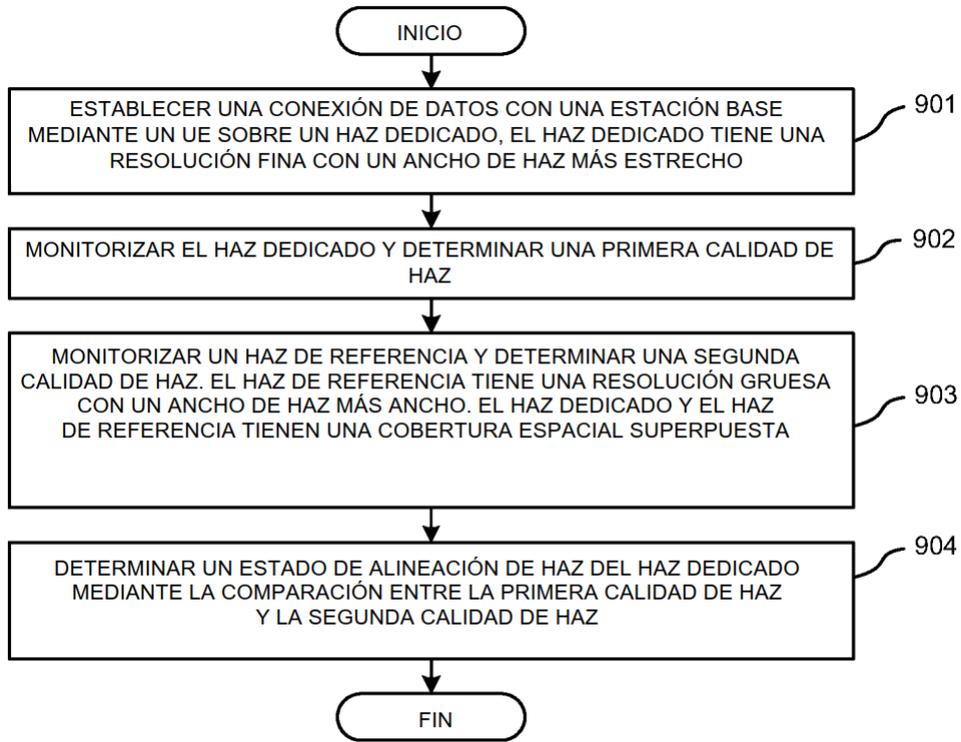


FIG. 9

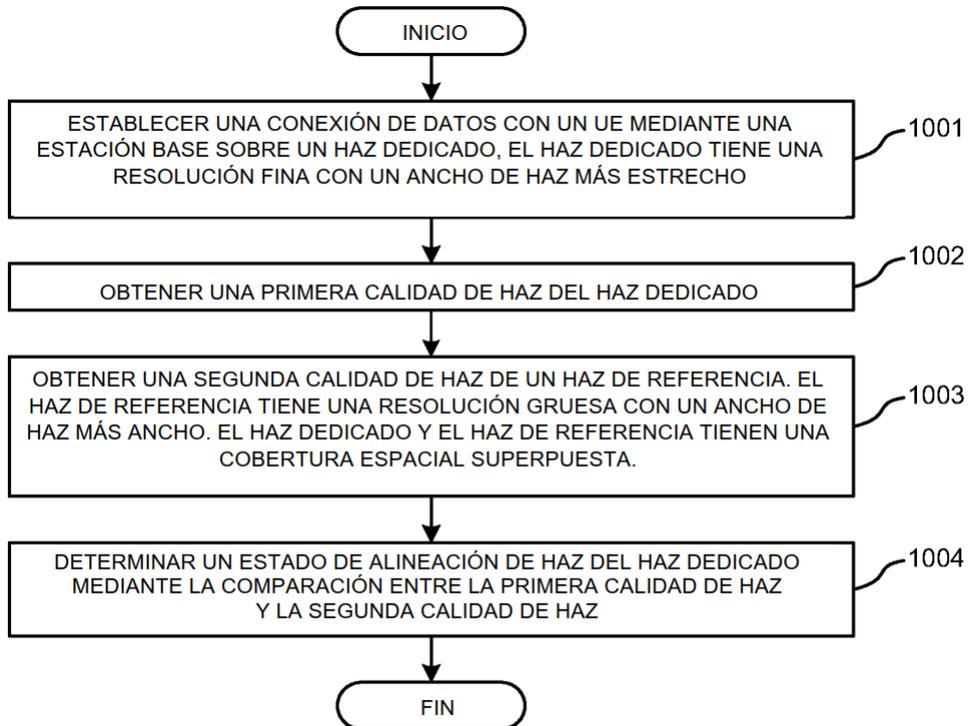


FIG. 10