

RECUPERACIÓN DE FALLAS DE HAZ DE RED DE FRECUENCIA ÚNICA DE ALTA**VELOCIDAD****CAMPO**

5

La presente solicitud se relaciona con comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, con sistemas, aparatos y métodos para realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación inalámbrica.

10

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

15

Los sistemas de comunicación inalámbrica están creciendo rápidamente en uso. En los últimos años, los dispositivos inalámbricos tales como teléfonos inteligentes y tabletas se han vuelto cada vez más sofisticados. Además de soportar llamadas telefónicas, muchos dispositivos móviles (es decir, dispositivos de equipo de usuario o UE) ahora proporcionan acceso a la internet, correo electrónico, mensajes de texto y navegación usando el sistema de posicionamiento global (GPS, en inglés), y son capaces de operar aplicaciones sofisticadas que usan estas funcionalidades. Adicionalmente, existen numerosas tecnologías y estándares de comunicación inalámbrica diferentes. Algunos ejemplos de estándares de comunicación inalámbrica incluyen GSM, UMTS (asociados con, por ejemplo, interfaces aéreas WCDMA o TD-SCDMA), LTE, LTE Advanced (LTE-A), NR, HSPA, 3GPP2 CDMA2000 (p. ej., 1xRTT, 1xEV-DO, HRPD, eHRPD), IEEE 802.11 (WLAN o Wi-Fi), BLUETOOTH™, etc.

20

25

El número siempre creciente de características y funcionalidad introducidas en los dispositivos de comunicación inalámbrica también crea una necesidad continua de mejora tanto en las comunicaciones inalámbricas como en dispositivos de comunicación inalámbrica. En particular, es importante asegurar la precisión de las señales transmitidas

y recibidas a través de dispositivos de equipo de usuario (UE, en inglés), p. ej., a través de dispositivos inalámbricos tales como teléfonos celulares, estaciones base y estaciones de relé usadas en comunicaciones celulares inalámbricas. Además, aumentar la funcionalidad de un dispositivo de UE puede colocar una tensión significativa en la vida de batería del dispositivo de UE. Por lo tanto, es muy importante reducir también los requisitos de energía en los diseños de dispositivos UE y al tiempo que permiten que el dispositivo UE mantenga buenas capacidades de transmisión y recepción para comunicaciones mejoradas. En consecuencia, se desean mejoras en el campo.

SUMARIO

Las modalidades se presentan en la presente descripción de aparatos, sistemas y métodos para realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación inalámbrica.

De acuerdo con las técnicas descritas en la presente descripción, puede ser posible que un dispositivo inalámbrico haga uso de cualquiera o todos los recursos de detección de fallas de haz asociados con múltiples puntos de recepción de transmisión, recursos de detección de haz candidato asociados con múltiples puntos de recepción de transmisión, y solicitudes de planificación de recuperación de fallas de haz asociadas con múltiples puntos de recepción de transmisión.

Una red celular puede configurar, explícita o implícitamente, tales recursos relacionados con la recuperación de fallas de haz para múltiples puntos de recepción de transmisión para un dispositivo inalámbrico. Además, el uso de tales recursos se puede realizar junto con múltiples tipos de esquemas de red de frecuencia única configurados para usar a altas velocidades (tales como en un caso de tren de alta velocidad), que incluyen potencialmente en un caso en el cual el dispositivo inalámbrico es responsable de estimar el efecto Doppler a partir de cada punto de recepción de transmisión para mejorar la

estimación del canal, y en un caso en el cual la red compensa previamente el efecto Doppler para el dispositivo inalámbrico.

Las técnicas descritas en la presente descripción pueden aumentar potencialmente la confiabilidad y robustez de las operaciones de recuperación de fallas de haz, al menos de acuerdo con algunas modalidades. Por ejemplo, estas técnicas pueden aumentar la granularidad con la que puede ocurrir la detección de fallas de haz y se puede informar en casos de red de frecuencia única de alta velocidad, lo que a su vez puede reducir la cantidad de tiempo para realizar la recuperación de fallas de haz, al menos en algunos casos.

Nótese que las técnicas descritas en la presente descripción pueden implementarse en y/o usarse con un número de diferentes tipos de dispositivos, que incluyen, pero no se limitan a, estaciones base, puntos de acceso, teléfonos celulares, reproductores de medios portátiles, computadoras de tableta, dispositivos utilizables, vehículos aéreos no tripulados, controladores aéreos no tripulados, automóviles y/o vehículos motorizados, y diversos dispositivos informáticos.

Este sumario pretende proporcionar una breve descripción general de algo de la materia descrita en este documento. Por consiguiente, se apreciará que las características descritas anteriormente sean meramente ejemplos y no deben interpretarse que limitan el alcance o espíritu de la materia descrita en la presente descripción de ninguna manera. Otras características, aspectos, y ventajas de la materia descrita en la presente descripción serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, figuras, y reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Puede obtenerse un mejor entendimiento de la presente materia cuando se considera la siguiente descripción detallada de las diversas modalidades junto con las siguientes figuras, en las cuales:

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica ilustrativo (y simplificado), de acuerdo con algunas modalidades;

la Figura 2 ilustra una estación base ilustrativa en comunicación con un dispositivo de equipo de usuario (UE) inalámbrico ilustrativo, de acuerdo con algunas modalidades;

5 la Figura 3 ilustra un diagrama en bloque ilustrativo de un UE, de acuerdo con algunas modalidades;

la Figura 4 ilustra un diagrama en bloque ilustrativo de una estación base, de acuerdo con algunas modalidades; y

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra aspectos de un método ilustrativo posible para
10 realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación inalámbrica, de acuerdo con algunas modalidades.

Si bien las características descritas en la presente descripción son susceptibles a diversas modificaciones y formas alternativas, modalidades específicas de estas se muestran a manera de ejemplo en las figuras y se describen en la presente descripción en detalle. Sin

15 embargo, debe entenderse que las figuras y la descripción detallada de estos no pretenden limitar la forma particular descrita, sino que, por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del espíritu y alcance de la materia tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Acrónimos

Se usan varios acrónimos a lo largo de la presente descripción. Las definiciones de los
 5 acrónimos más prominentemente usados que pueden aparecer a lo largo de la presente
 invención se proporcionan más abajo:

- ☐ **UE:** Equipo de usuario
- ☐ **RF:** Frecuencia de radio
- ☐ **BS:** Estación base
- 10 ☐ **GSM:** Sistema global para comunicación móvil
- ☐ **UMTS:** Sistema universal de telecomunicación móvil
- ☐ **LTE:** Evolución a largo plazo
- ☐ **NR:** Nueva radio
- ☐ **TX:** Transmisión/transmisión
- 15 ☐ **RX:** Recepción/recepción
- ☐ **RAT:** Tecnología de acceso por radio
- ☐ **TRP:** Punto de recepción de transmisión
- ☐ **BFD:** Detección de fallas de haz
- ☐ **CBD:** Detección de haz candidato
- 20 ☐ **BFR:** Recuperación de fallas de haz
- ☐ **DCI:** Información de control de enlace descendente
- ☐ **CORESET:** Conjunto de recursos de control
- ☐ **QCL:** Cuasicolocalizado o cuasicolocalización
- ☐ **CSI:** Información del estado de canal
- 25 ☐ **CSI-RS:** Señales de referencia de información del estado de canal
- ☐ **SSB:** Bloque de señales de sincronización

Términos

El siguiente es un glosario de términos que pueden aparecer en la presente descripción:

Medio de memoria – Cualquiera de diversos tipos de dispositivos de memoria no transitorios o dispositivos de almacenamiento. El término “medio de memoria” pretende incluir un medio de instalación, p. ej., un CD-ROM, disquetes, o dispositivo de cinta; una memoria de sistema informático o memoria de acceso aleatorio tal como DRAM, DDR RAM, SRAM, EDO RAM, Rambus RAM, etc.; una memoria no volátil tal como Flash, medios magnéticos, p. ej., un disco duro, o almacenamiento óptico; registros, u otros tipos similares de elementos de memoria, etc.

El medio de memoria puede comprender otros tipos de memoria no transitoria, así como combinaciones de estos. Además, el medio de memoria puede ubicarse en un primer sistema informático en el que se ejecutan los programas, o pueden ubicarse en un segundo sistema informático diferente que se conecta al primer sistema informático a través de una red, tal como Internet. En el último caso, el segundo sistema informático puede proporcionar instrucciones de programa al primer sistema informático para ejecución. El término “medio de memoria” puede incluir dos o más medios de memoria que pueden residir en diferentes ubicaciones, p. ej., en diferentes sistemas informáticos que se conectan a través de una red. El medio de memoria puede almacenar instrucciones de programa (p. ej., incorporadas como programas informáticos) que pueden ejecutarse con uno o más procesadores.

Medio portador – un medio de memoria como se describió anteriormente, así como un medio de transmisión físico, tal como un bus, red, y/u otro medio de transmisión física que transporta señales tal como señales eléctricas, electromagnéticas, o digitales.

Sistema informático (o computadora) – cualquiera de diversos tipos de sistemas informáticos o de procesamiento, que incluyen un sistema informático personal (PC, sus siglas en inglés), sistema informático central, estación de trabajo, dispositivo de red, dispositivo de Internet, asistente digital personal (PDA, en inglés), sistema de televisión, sistema informático en malla, u otro dispositivo o combinación de dispositivos. En general, el término “sistema informático” puede definirse ampliamente para abarcar cualquier dispositivo

(o combinación de dispositivos) que tiene al menos un procesador que ejecuta instrucciones de un medio de memoria.

Equipo de usuario (UE) (o “Dispositivo de UE”) – cualquiera de diversos tipos de sistemas informáticos o dispositivos que son móviles o portátiles y que realizan comunicaciones inalámbricas. Los ejemplos de dispositivos de UE incluyen teléfonos móviles o teléfonos inteligentes (p. ej., iPhone™, teléfonos basados en Android™), tabletas (p. ej., iPad™, Samsung Galaxy™), dispositivos de juego portátiles (p. ej., Nintendo DS™, PlayStation Portable™, Gameboy Advance™, iPhone™), dispositivos utilizables (p. ej., reloj inteligente, lentes inteligentes), computadoras portátiles, PDA, dispositivos portátiles de Internet, reproductores de música, dispositivos de almacenamiento de datos, otros dispositivos portátiles, automóviles y/o vehículos de motor, vehículos aéreos no tripulados (UAV) (p. ej., drones), controladores de UAV (UAC), etc. Generalmente, el término “UE” o “dispositivo UE” puede definirse ampliamente para abarcar cualquier dispositivo electrónico, informático, y/o de telecomunicaciones (o combinación de dispositivos) que sea fácilmente transportable por un usuario y capaz de comunicación inalámbrica.

Dispositivo inalámbrico – cualquiera de diversos tipos de sistemas informáticos o dispositivos que realizan comunicaciones inalámbricas. Un dispositivo inalámbrico puede ser portátil (o móvil) o puede ser estático o fijo en una determinada ubicación. Un UE es un ejemplo de un dispositivo inalámbrico.

Dispositivo de comunicación – cualquiera de diversos tipos de sistemas informáticos o dispositivos que realizan comunicaciones, donde las comunicaciones pueden ser inalámbricas o cableadas. Un dispositivo de comunicación puede ser portátil (o móvil) o puede ser estático o fijo en una determinada ubicación. Un dispositivo inalámbrico es un ejemplo de un dispositivo de comunicación. Un UE es otro ejemplo de un dispositivo de comunicación.

Estación base (BS) – el término “estación base” tiene la completa amplitud de su significado ordinario, y al menos incluye una estación de comunicación inalámbrica instalada en una

ubicación fija y se usa para comunicar como parte de un sistema de radio o sistema de teléfono inalámbrico.

Elemento de procesamiento (o procesador) - se refiere a diversos elementos o combinaciones de elementos que son capaces de realizar una función en un dispositivo, p. ej., en un dispositivo de equipo de usuario o en un dispositivo de red celular. Los elementos de procesamiento pueden incluir, por ejemplo: procesadores y memoria asociada, porciones o circuitos de núcleos de procesador individuales, núcleos de procesador completos, matrices de procesador, circuitos tales como ASIC (circuito integrado específico de aplicación), elementos de hardware programables tales como una matriz de puertas programables en campo (FPGA), así como cualquiera de varias combinaciones de lo anterior.

Wi-Fi - el término “Wi-Fi” tiene la completa amplitud de su significado ordinario, y al menos incluye una red de comunicación inalámbrica o RAT que se reparan mediante los puntos de acceso de LAN inalámbrica (WLAN) y que proporciona conectividad a través de estos puntos de acceso al Internet. La mayoría de las redes Wi-Fi modernas (o redes WLAN) se basan en los estándares IEEE 802.11 y se comercializan con el nombre “Wi-Fi”. Una red (WLAN) Wi-Fi es diferente de una red celular.

Automáticamente – se refiere a una acción u operación realizada por un sistema informático (p. ej., software ejecutado por el sistema informático) o dispositivo (p. ej., circuitos, elementos de hardware programables, ASIC, etc.), sin que la entrada de usuario especifique o realice directamente la acción u operación. Por lo tanto, el término “automáticamente” está en contraste con una operación que se realiza o especifica manualmente mediante el usuario, donde el usuario proporciona entrada para realizar directamente la operación. Un procedimiento automático puede iniciarse por la entrada proporcionada por el usuario, pero las acciones posteriores que se realizan “automáticamente” no son especificadas por el usuario, es decir, no se realizan “manualmente”, donde el usuario especifica cada acción que se realizará. Por ejemplo, un usuario que completa un formulario electrónico al seleccionar cada campo y

proporcionar información específica de entrada (p. ej., tipeando información, seleccionando casillas de verificación, selecciones de radio, etc.) está completando el formulario manualmente, aunque el sistema informático debe actualizar el formulario en respuesta a las acciones del usuario. El formulario puede completarse automáticamente con el sistema informático donde el sistema informático (p. ej., software que se ejecuta en el sistema informático) analiza los campos del formulario y completa el formulario sin ninguna entrada de usuario que especifique las respuestas a los campos. Como se indicó anteriormente, el usuario puede aplicar el llenado automático del formulario, pero no está involucrado en el llenado real del formulario (p. ej., el usuario no especifica manualmente respuestas a los campos sino que más bien se completarán automáticamente). La presente especificación proporciona diversos ejemplos de operaciones que se realizan automáticamente en respuesta a acciones que ha tomado el usuario.

Configurado para – diversos componentes pueden describirse como “configurados para” realizar una tarea o tareas. En tales contextos, “configurado para” es una enumeración amplia que generalmente significa “que tiene estructura que” realiza la tarea o tareas durante la operación. Como tal, el componente puede configurarse para realizar la tarea incluso cuando el componente no está realizando actualmente esa tarea (p. ej., un conjunto de conductores eléctricos puede configurarse para conectar eléctricamente un módulo a otro módulo, incluso cuando los dos módulos no están conectados). En algunos contextos, “configurado para” puede ser una enumeración amplia de estructura que generalmente significa “que tiene circuitos que” realizan la tarea o tareas durante la operación. Como tal, el componente puede configurarse para realizar la tarea incluso cuando el componente no está actualmente encendido. Generalmente, el circuito que forma la estructura que corresponde a “configurado para” puede incluir circuitos de hardware.

Diversos componentes pueden describirse como que realizan una tarea o tareas, por conveniencia en la descripción. Debe interpretarse que tales descripciones incluyen la frase “configurado para”. La mención de un componente que se configura para realizar una o más

tareas pretende expresamente que no se aplique 35 U.S.C. § 112, párrafo seis, interpretación para ese componente.

Figuras 1 y 2 – Sistema de comunicación ilustrativo

- 5 La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica ilustrativo (y simplificado) en el que pueden implementarse aspectos de esta descripción, de acuerdo con algunas modalidades. Se observa que el sistema de la Figura 1 es simplemente un ejemplo de un posible sistema, y las modalidades pueden implementarse en cualquiera de los diversos sistemas, según se desee.
- 10 Como se muestra, el sistema de comunicación inalámbrica ilustrativo incluye una estación base 102 que se comunica a través de un medio de transmisión con uno o más (p. ej., un número arbitrario de) dispositivos de usuario 106A, 106B, etc. a 106N. Cada uno de los dispositivos de usuario puede denominarse en la presente descripción “equipo de usuario” (UE) o dispositivo de UE. Por lo tanto, los dispositivos de usuario 106 se denominan
- 15 dispositivos de UE o los UE.
- La estación base 102 puede ser una estación de transceptor base (BTS, en inglés) o sitio de celda, y puede incluir hardware y/o software que permite comunicación inalámbrica con los UE 106A a 106N. Si la estación base 102 se implementa en el contexto de LTE, puede denominarse alternativamente como un ‘eNodeB’ o ‘eNB’. Si la estación base 102
- 20 se implementa en el contexto de 5G NR, puede denominarse alternativamente como ‘gNodeB’ o ‘gNB’. La estación base 102 también puede equiparse para comunicarse con una red 100 (p. ej., una red central de un proveedor de servicios celulares, una red de telecomunicaciones tal como una red telefónica conmutada pública (PSTN, en inglés), y/o el Internet, entre diversas posibilidades). Por lo tanto, la estación base 102 puede
- 25 facilitar la comunicación entre los dispositivos de usuario y/o entre los dispositivos de usuario y la red 100. El área de comunicación (o área de cobertura) de la estación base puede denominarse “celda”. Como también se usa en la presente descripción, desde la

perspectiva de los UE, una estación base puede considerarse, algunas veces, que representa la red en lo que concierne a las comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente del UE. Por lo tanto, un UE que se comunica con una o más estaciones base en la red también puede interpretarse como el UE que se comunica con la red.

La estación base 102 y los dispositivos de usuario pueden configurarse para comunicarse a través del medio de transmisión usando cualquiera de las diversas tecnologías de acceso por radio (RAT), también denominadas tecnologías de comunicación inalámbrica, o estándares de telecomunicaciones, tales como GSM, UMTS (WCDMA), LTE, LTE-Advanced (LTE-A), LAA/LTE-U, 5G NR, 3GPP2 CDMA2000 (p. ej., 1xRTT, 1xEV-DO, HRPD, eHRPD), Wi-Fi, etc.

La estación base 102 y otras estaciones base similares que operan de acuerdo con el mismo estándar de comunicación celular o uno diferente pueden proporcionarse como una o más redes de celdas, que pueden proporcionar un servicio superpuesto continuo o casi continuo a los UE 106 y dispositivos similares en un área geográfica a través de uno o más estándares de comunicación celular.

Nótese que un UE 106 puede ser capaz de comunicarse usando múltiples estándares de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, un UE 106 podría configurarse para comunicarse usando uno o ambos de un estándar de comunicación celular 3GPP o un estándar de comunicación celular 3GPP2. En algunas modalidades, el UE 106 puede configurarse para realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación inalámbrica, tal como de acuerdo con los diversos métodos descritos en la presente descripción. El UE 106 puede configurarse también o alternativamente para comunicarse usando WLAN, BLUETOOTH™, uno o más sistemas globales de navegación por satélite (GNSS, en inglés, p. ej., GPS o GLONASS), uno y/o más estándares de emisión de televisión móvil (p. ej., ATSC-M/H), etc. También

son posibles otras combinaciones de estándares de comunicación inalámbrica (que incluyen más de dos estándares de comunicación inalámbrica).

La Figura 2 ilustra el equipo de usuario ilustrativo 106 (p. ej., uno de los dispositivos 106A a 106N) en comunicación con la estación base 102, de acuerdo con algunas

5 modalidades. El UE 106 puede ser un dispositivo con conectividad de red inalámbrica tal como un teléfono móvil, un dispositivo sostenido con la mano, un dispositivo usable, una computadora o una tableta, un vehículo aéreo no tripulado (UAV, en inglés), un controlador aéreo no tripulado (UAC, en inglés), un automóvil, o virtualmente cualquier tipo de dispositivo inalámbrico. El UE 106 puede incluir un procesador (elemento de

10 procesamiento) que se configura para ejecutar instrucciones de programa almacenadas en la memoria. El UE 106 puede realizar cualquiera de las modalidades del método descritas en la presente descripción al ejecutar tales instrucciones almacenadas.

Alternativamente, o además, el UE 106 puede incluir un elemento de hardware programable tal como una FPGA (matriz de puertas programables en campo), un circuito

15 integrado y/o cualquiera de varios otros componentes de hardware posibles que se configuran para realizar (p. ej., individualmente o en combinación) cualquiera de las modalidades del método descritos en la presente descripción, o cualquier porción de cualquiera de las modalidades del método descritos en la presente descripción. El UE

106 puede configurarse para comunicarse usando cualquiera de múltiples protocolos de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, el UE 106 puede configurarse para comunicarse usando dos o más de CDMA2000, LTE, LTE-A, 5G NR, WLAN, o GNSS. También son posibles otras combinaciones de estándares de comunicación inalámbrica.

El UE 106 puede incluir una o más antenas para comunicarse usando uno o más protocolos de comunicación inalámbrica de acuerdo con uno o más estándares de RAT. En algunas

25 modalidades, el UE 106 puede compartir una o más partes de una cadena de recepción y/o una cadena de transmisión entre múltiples estándares de comunicación inalámbrica.

La radio compartida puede incluir una única antena, o puede incluir múltiples antenas (p.

ej., para MIMO) para realizar comunicaciones inalámbricas. Generalmente, una radio puede incluir cualquier combinación de un procesador de banda base, circuito de procesamiento de señal de RF análoga (p. ej., que incluye filtros, mezcladores, osciladores, amplificadores, etc.), o circuito de procesamiento digital (p. ej., para modulación digital así como otros procesamientos digitales). Similarmente, la radio puede implementar uno o más cadenas de recibir y transmitir usando el hardware mencionado anteriormente.

En algunas modalidades, el UE 106 puede incluir cadenas de recibir y transmitir separadas (p. ej., que incluyen antenas separadas y otros componentes de radio) para cada protocolo de comunicación inalámbrica con el cual se configura para comunicarse. Como una posibilidad adicional, el UE 106 puede incluir una o más radios que se comparten entre múltiples protocolos de comunicación inalámbrica, y una o más radios que se usan exclusivamente mediante un único protocolo de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, el UE 106 podría incluir una radio compartida para comunicarse usando cualquiera de LTE o CDMA2000 1xRTT (o LTE o NR, o LTE o GSM), y radios separadas para comunicarse usando cada Wi-Fi y BLUETOOTH™. También son posibles otras configuraciones.

Figura 3 – Diagrama en bloque de un dispositivo de UE ilustrativo

La Figura 3 ilustra un diagrama en bloque de un UE ilustrativo 106, de acuerdo con algunas modalidades. Como se muestra, el UE 106 puede incluir un sistema en un solo chip (SOC, en inglés) 300, que puede incluir porciones para diversos propósitos. Por ejemplo, como se muestra, el SOC 300 puede incluir procesador(es) 302 que puede(n) ejecutar instrucciones de programa para el UE 106, y el circuito de visualización 304 que puede realizar el procesamiento de gráficos y proporcionar señales de visualización a la pantalla 360. El SOC 300 también puede incluir circuitos de sensor 370, que pueden incluir componentes para detectar o medir cualquiera de una variedad de posibles características o parámetros del UE 106. Por ejemplo, los circuitos de sensor 370 también puede incluir circuitos de detección de movimiento configurados para detectar movimiento del UE 106,

por ejemplo, usando un giroscopio, acelerómetro, y/o cualquiera de diversos otros componentes de detección de movimiento. Como otra posibilidad, el sistema de circuitos de sensor 370 puede incluir uno o más componentes de detección de temperatura, por ejemplo, para medir la temperatura de cada uno de uno o más paneles de antena y/u otros componentes del UE 106. Cualquiera de los diversos tipos posibles de circuitos de sensor también puede o alternativamente incluirse en el UE 106, según se desee. El (los) procesador(es) 302 también puede(n) acoplarse a una unidad de gestión de memoria (MMU, en inglés) 340, que puede configurarse para recibir direcciones del (de los) procesador(es) 302 y trasladar esas direcciones a las ubicaciones en la memoria (p. ej., memoria 306, memoria de solo lectura (ROM) 350, memoria flash NAND 310) y/o a otros circuitos o dispositivos, tales como el sistema de circuitos de visualización 304, radio 330, I/F conectora 320, y/o pantalla 360. La MMU 340 puede configurarse para realizar la protección de memoria y la conversión o configuración de la tabla de páginas. En algunas modalidades, la MMU 340 puede incluirse como una porción del(de los) procesador(es) 302.

Como se muestra, el SOC 300 puede acoplarse a varios otros circuitos del UE 106. Por ejemplo, el UE 106 puede incluir diversos tipos de memoria (p. ej., que incluyen la memoria flash NAND 310), una interfaz conectora 320 (p. ej., para acoplarse a un sistema informático, base, estación de carga, etc.), la pantalla 360, y circuitos de comunicación inalámbrica 330 (p. ej., para LTE, LTE-A, NR, CDMA2000, BLUETOOTH™, Wi-Fi, GPS, etc.). El dispositivo de UE 106 puede incluir al menos una antena (p. ej., 335a), y posiblemente múltiples antenas (p. ej., ilustradas por antenas 335a y 335b), para realizar comunicación inalámbrica con estaciones base y/u otros dispositivos. Las antenas 335a y 335b se muestran a manera de ejemplo, y el dispositivo de UE 106 puede incluir menos o más antenas. En general, la una o más antenas se denominan colectivamente como antena 335. Por ejemplo, el dispositivo de UE 106 puede usar la antena 335 para realizar la comunicación inalámbrica con la ayuda de circuitos de radio 330. Como se menciona

anteriormente, el UE puede configurarse para comunicarse inalámbricamente usando múltiples estándares de comunicación inalámbrica en algunas modalidades.

El UE 106 puede incluir componentes de hardware y software para implementar métodos para que el UE 106 realice la recuperación de fallas de haz en una red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación celular, tal como se describe además posteriormente en la presente descripción. El(los) procesador(es) 302 del dispositivo de UE 106 puede configurarse para implementar parte o todos los métodos descritos en la presente descripción, p. ej., al ejecutar instrucciones de programa almacenadas en un medio de memoria (p. ej., un medio de memoria legible por computadora no transitorio). En otras modalidades, el(los) procesador(es) 302 puede configurarse como un elemento de hardware programable, tal como una FPGA (matriz de puertas programables en campo), o como un ASIC (circuito integrado específico de aplicación). Además, el (los) procesador(es) 302 puede(n) acoplarse a y/o puede(n) interoperar con otros componentes como se muestra en la Figura 3, para realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con varias modalidades descritas en la presente descripción. El(los) procesador(es) 302 también puede(n) implementar varias otras aplicaciones y/o aplicaciones de usuario final que se ejecutan en el UE 106.

En algunas modalidades, la radio 330 puede incluir controladores separados dedicados a controlar las comunicaciones para varios estándares de RAT respectivos. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, la radio 330 puede incluir un controlador de Wi-Fi 352, un controlador celular (p. ej., controlador de LTE y/o LTE-A) 354 y un controlador BLUETOOTH™ 356, y en al menos algunas modalidades, uno o más o todos estos controladores pueden implementarse como circuitos integrados respectivos (IC o chips, para abreviar) en comunicación entre sí y con SOC 300 (y con mayor especificidad con el(los) procesador(es) 302). Por ejemplo, el controlador de Wi-Fi 352 puede comunicarse con el controlador celular 354 sobre un enlace de celda-ISM o interfaz WCI, y/o el controlador BLUETOOTH™ 356 puede comunicarse con

el controlador celular 354 sobre un enlace de celda-ISM, etc. Si bien tres controladores separados se ilustran dentro de la radio 330, otras modalidades tienen menos o más controladores similares para varios RAT diferentes que pueden implementarse en el dispositivo UE 106.

- 5 Además, también se prevén modalidades en las que los controladores pueden implementar funcionalidad asociada con múltiples tecnologías de acceso por radio. Por ejemplo, de acuerdo con algunas modalidades, el controlador celular 354 puede, además de componentes de hardware y/o software para realizar comunicación celular, incluir componentes de hardware y/o software para realizar una o más actividades asociadas
- 10 con Wi-Fi, tales como detección de preámbulo Wi-Fi, y/o generación y transmisión de señales de preámbulo de capa física de Wi-Fi.

Figura 4 – Diagrama en bloque de una estación base ilustrativa

- La Figura 4 ilustra un diagrama en bloque de una estación base ilustrativa 102, de acuerdo
- 15 con algunas modalidades. Se observa que la estación base de la Figura 4 es simplemente un ejemplo de una posible estación base. Como se muestra, la estación base 102 puede incluir procesador(es) 404 que puede(n) ejecutar instrucciones de programa para la estación base 102. El(los) procesador(es) 404 también puede(n) acoplarse a una unidad de gestión de memoria (MMU) 440, que puede configurarse para recibir direcciones del(de
- 20 los) procesador(es) 404 y trasladar esas direcciones a las ubicaciones en la memoria (p. ej., memoria 460, memoria de solo lectura (ROM) 450) o a otros circuitos o dispositivos. La estación base 102 puede incluir al menos un puerto de red 470. El puerto de red 470 puede configurarse para acoplarse a una red telefónica y proporcionar una pluralidad de dispositivos, tales como dispositivos de UE 106, acceder a la red telefónica como se
- 25 describe anteriormente en las Figuras 1 y 2. El puerto de red 470 (o un puerto de red adicional) también puede configurarse o alternativamente configurarse para acoplarse a una red celular, p. ej., una red central de un proveedor de servicios celulares. La red central

puede proporcionar servicios relacionados con la movilidad y/u otros servicios a una pluralidad de dispositivos, tales como dispositivos de UE 106. En algunos casos, el puerto de red 470 puede acoplarse a una red telefónica a través de la red central, y/o la red central puede proporcionar una red telefónica (p. ej., entre otros dispositivos de UE reparados por el proveedor de servicios celulares).

La estación base 102 puede incluir al menos una antena 434, y posiblemente múltiples antenas. La(s) antena(s) 434 puede(n) configurarse para operar como un transceptor inalámbrico y puede(n) configurarse además para comunicarse con dispositivos de UE 106 a través de la radio 430. La(s) antena(s) 434 se comunica(n) con la radio 430 a través de la cadena de comunicación 432. La cadena de comunicación 432 puede ser una cadena de recepción, una cadena de transmisión o ambas. La radio 430 puede diseñarse para comunicarse a través de diversos estándares de telecomunicaciones inalámbricas, que incluyen, pero no se limitan a, NR, LTE, LTE-A WCDMA, CDMA2000, etc. El procesador 404 de la estación base 102 puede configurarse para implementar y/o soportar la implementación de parte o todos los métodos descritos en la presente descripción, p. ej., al ejecutar instrucciones de programa almacenadas en un medio de memoria (p. ej., un medio de memoria legible por computadora no transitorio). Alternativamente, el procesador 404 puede configurarse como un elemento de hardware programable, tal como una FPGA (matriz de puertas programables en campo), o como un ASIC (circuito integrado específico de aplicación), o una combinación de estos. En el caso de ciertas RAT, por ejemplo Wi-Fi, la estación base 102 puede diseñarse como un punto de acceso (AP, en inglés), en cuyo caso puede implementarse el puerto de red 470 para proporcionar acceso a una red de área amplia y/o red(es) de área local, p. ej., puede incluir al menos un puerto Ethernet, y la radio 430 puede diseñarse para comunicarse de acuerdo con el estándar de Wi-Fi.

Señales de referencia

Un dispositivo inalámbrico, tal como un equipo de usuario, puede configurarse para realizar una variedad de tareas que incluyen el uso de señales de referencia (RS, en inglés) proporcionadas por una o más estaciones de base celular. Por ejemplo, el acceso inicial y la medición de haz mediante un dispositivo inalámbrico se puede realizar basándose al menos en parte en bloques de señales de sincronización (SSB, en inglés) proporcionados por una o más celdas proporcionadas por una o más estaciones base celulares dentro de un rango comunicativo del dispositivo inalámbrico. Otro tipo de señal de referencia que se proporciona comúnmente en un sistema de comunicación celular puede incluir RS de información del estado de canal (CSI, en inglés). Se pueden proporcionar varios tipos de CSI-RS para el seguimiento (p. ej., para el seguimiento de desplazamiento de frecuencia y tiempo), el manejo de haces (p. ej., con repetición configurada, para ayudar a determinar uno o más haces para usar para la comunicación de enlace ascendente y/o enlace descendente), y/o la medición de canales (p. ej., CSI-RS configurada en un conjunto de recursos para medir la calidad del canal de enlace descendente e información de reporte relacionada con esta medición de calidad a la estación base), entre diversas posibilidades. Por ejemplo, en el caso de CSI-RS para la adquisición de CSI, el UE puede realizar periódicamente mediciones de canales y enviar información del estado de canal (CSI) a una BS. Después, la estación base puede recibir y usar esta información del estado de canal para determinar un ajuste de varios parámetros durante la comunicación con el dispositivo inalámbrico. En particular, la BS puede usar la información del estado de canal recibida para ajustar la codificación de sus transmisiones de enlace descendente para mejorar la calidad del canal de enlace descendente.

En muchos sistemas de comunicación celular, la estación base puede transmitir algunas o todas tales señales de referencia (o señales piloto), tales como SSB y/o CSI-RS, de manera periódica. En algunos casos, también pueden o alternativamente las señales de referencia aperiódicas (p. ej., para el informe de CSI aperiódica).

Como ejemplo detallado, en el estándar de comunicación celular de NR de 3GPP, la información del estado de canal alimentada desde el UE basado en CSI-RS para la adquisición de CSI puede incluir uno o más de un indicador de calidad del canal (CQI, en inglés), un indicador de matriz de precodificación (PMI, en inglés), un indicador de rango (RI, en inglés), un indicador de recursos de CSI-RS (CRI, en inglés), un SSBRI (indicador de bloques de recursos de SS/PBCH, y un indicador de capa (LI, en inglés), al menos de acuerdo con algunas modalidades.

La información de calidad del canal puede proporcionarse a la estación base para la adaptación de enlace, p. ej., para proporcionar orientación respecto a cuál esquema de modulación y codificación (MCS, en inglés) la estación base debe usar cuando transmite datos. Por ejemplo, cuando la calidad de comunicación de canal de enlace descendente entre la estación base y el UE se determina como alta, el UE puede alimentar un valor de CQI alto, lo que puede hacer que la estación base transmita datos usando un orden de modulación relativamente alto y/o una tasa de codificación de canal bajo. Como otro ejemplo, cuando la calidad de comunicación de canal de enlace descendente entre la estación base y el UE se determina como baja, el UE puede alimentar un valor de CQI bajo, lo que puede hacer que la estación base transmita datos usando un orden de modulación relativamente bajo y/o una tasa de codificación de canal alto.

La retroalimentación de PMI puede incluir información preferida de la matriz de precodificación, y puede proporcionarse a una estación base para indicar qué esquema de precodificación de MIMO debe usar la estación base. En otras palabras, el UE puede medir la calidad de un canal de MIMO de enlace descendente entre la estación base y el UE, basándose en una señal piloto recibida en el canal, y puede recomendar, a través de retroalimentación de PMI, qué precodificación de MIMO la estación base desea aplicar. En algunos sistemas celulares, la configuración de PMI se expresa en forma de matriz, que proporciona precodificación de MIMO lineal. La estación base y el UE pueden compartir un libro de códigos compuesto por múltiples matrices de precodificación, donde cada matriz de

precodificación de MIMO en el libro de códigos puede tener un índice único. En consecuencia, como parte de la información del estado de canal alimentada nuevamente por el UE, el PMI puede incluir un índice (o posiblemente múltiples índices) correspondientes a la matriz (o matrices) de precodificación de MIMO con la máxima preferencia en el libro de
 5 códigos. Esto puede permitir que el UE minimice la cantidad de información de retroalimentación. Por lo tanto, el PMI puede indicar qué matriz de precodificación se debe usar de un libro de códigos para transmisiones al UE, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

La información de indicador de rango (retroalimentación de RI) puede indicar un número de
 10 capas de transmisión que el UE determina que puede soportar el canal, p. ej., cuando la estación base y el UE tienen múltiples antenas, lo que puede permitir la transmisión de capas múltiples a través de la multiplexación espacial. El RI y el PMI pueden permitir colectivamente que la estación base sepa qué precodificación necesita aplicarse a qué capa, p. ej., dependiendo del número de capas de transmisión.

En algunos sistemas celulares, se define un libro de códigos PMI dependiendo del número
 15 de capas de transmisión. En otras palabras, para la transmisión de la capa R, se puede definir el número N de las matrices $N_t \times R$ (p. ej., donde R representa el número de capas, N_t representa el número de puertos de antena del transmisor, y N representa el tamaño del libro de códigos). En tal caso, se puede conformar el número de capas de transmisión (R)
 20 para un valor de rango de la matriz de precodificación (matriz $N_t \times R$), y por lo tanto en este contexto R puede referirse a un “indicador de rango (RI)”.

Por lo tanto, la información del estado de canal puede incluir un rango asignado (p. ej., un indicador de rango o RI). Por ejemplo, un UE con capacidad MIMO que se comunica con una BS puede incluir cuatro cadenas receptoras, p. ej., puede incluir cuatro antenas. La BS
 25 también puede incluir cuatro o más antenas para permitir la comunicación MIMO (p. ej., MIMO 4 x 4). Por lo tanto, el UE puede ser capaz de recibir hasta cuatro (o más) señales (p. ej., capas) desde la BS simultáneamente. La capa al mapeo de antena puede aplicarse, p.

ej., cada capa puede mapearse a cualquier número de puertos de antena (p. ej., antenas). Cada puerto de antena puede enviar y/o recibir información asociada con una o más capas. El rango puede comprender múltiples bits y puede indicar el número de señales que la BS puede enviar al UE en un próximo período de tiempo (p. ej., durante un próximo intervalo de tiempo de transmisión o TTI, en inglés). Por ejemplo, una indicación de rango 4 puede indicar que la BS enviará 4 señales al UE. Como una posibilidad, el RI puede ser de dos bits de longitud (p. ej., ya que dos bits son suficientes para distinguir 4 valores de rango diferentes). Nótese que también son posibles otros números y/o configuraciones de antenas (p. ej., en uno o ambos del UE o la BS) y/u otros números de capas de datos, de acuerdo con diversas modalidades.

Figura 5 - Recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad

A medida que aumentan las capacidades del dispositivo inalámbrico, puede ser útil proporcionar técnicas que puedan hacer uso de esas capacidades de dispositivos inalámbricos aumentados, por ejemplo, para mejorar la confiabilidad de las comunicaciones inalámbricas, para reducir la latencia de las comunicaciones inalámbricas, para aumentar la cantidad de datos que pueden comunicarse, y/o para cualquier otra razón posible.

Una capacidad de dispositivo inalámbrico que puede ser beneficiosa para hacer uso al realizar comunicaciones inalámbricas puede incluir la capacidad de usar múltiples haces para transmitir y/o recibir, ya sea concurridamente/simultáneamente o en diferentes momentos, por ejemplo, para aumentar la cantidad de datos que pueden transmitirse y/o mejorar la fiabilidad de las comunicaciones inalámbricas al proporcionar repeticiones de datos comunicados o señalización con la diversidad de haz.

Un caso en el que pueden usarse múltiples haces podría incluir un caso de red de frecuencia única de alta velocidad. Tal caso de despliegue podría usarse a lo largo de una red de riel de tren de alta velocidad, como una posibilidad, o potencialmente a lo

largo de otros corredores de transporte tales como una autovía expresa, entre varias posibilidades. En tal caso, los puntos de recepción de transmisión (TRP, en inglés) pueden desplegarse a lo largo del corredor de transporte, de tal manera que los dispositivos inalámbricos que viajan a lo largo del corredor puedan estar comúnmente entre un TRP hacia el que se desplaza el dispositivo inalámbrico y un TRP desde el cual el dispositivo inalámbrico se aleja. Un dispositivo inalámbrico que se configura para comunicarse con tal conjunto de TRP puede observar un efecto Doppler positivo muy alto de un efecto Doppler de TRP y un efecto Doppler negativo muy alto desde el otro TRP.

Si la red se despliega como una red de frecuencia única (p. ej., al menos para alguna porción de operación de red), esto puede tener un impacto significativo en el canal compuesto, por ejemplo, de manera que pueda variar relativamente rápido (p. ej., cerca o más de 2 kHz, como una posibilidad). Para tener en cuenta este efecto, puede haber múltiples posibles esquemas de red de frecuencia única de alta velocidad que pueden desplegarse. Un posible esquema de este tipo podría incluir un esquema en el cual los dispositivos inalámbricos estiman el efecto Doppler desde cada TRP en el caso de red de frecuencia única de alta velocidad, y usan el efecto Doppler estimado para mejorar la estimación del canal. Otro posible esquema de este tipo podría incluir un esquema en el cual la red celular puede determinar el efecto Doppler entre los TRP y el dispositivo inalámbrico y compensar previamente el efecto Doppler.

Nótese que puede haber múltiples formas posibles para que un dispositivo inalámbrico determine que está en un caso de alta velocidad, que incluye potencialmente un caso de red de frecuencia única de alta velocidad. Por ejemplo, la red celular puede proporcionar información del sistema (p. ej., en la difusión de la información del sistema por las celdas que proporcionan la cobertura de red de frecuencia única de alta velocidad) para indicar a un dispositivo inalámbrico cuando está en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad.

Por ejemplo, las celdas desplegadas a lo largo de una red de celdas de tren de alta velocidad (HST, en inglés) pueden proporcionar un parámetro “HighSpeedFlag” que indica que son parte de tal despliegue. Adicional o alternativamente, un dispositivo inalámbrico puede hacer

uso de la velocidad de movimiento o las estimaciones de velocidad realizadas por el dispositivo inalámbrico para determinar si está en un caso de alta velocidad. Por ejemplo, en algunos casos, un dispositivo inalámbrico puede ser capaz de determinar su velocidad de una o más de una unidad de GPS, un desplazamiento de frecuencia de celda y/o sistema de circuitos de detección de movimiento del dispositivo inalámbrico.

Debido a los efectos Doppler potencialmente relativamente altos y diferentes para los múltiples TRP en los que un dispositivo inalámbrico puede estar en comunicación en tal caso, puede ser valioso proporcionar técnicas mejoradas para la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad, al menos de acuerdo con algunas modalidades. Por ejemplo, las técnicas que hacen uso de múltiples recursos de detección de fallas de haz, recursos de detección de haz candidato y/o solicitudes de planificación de recuperación de fallas de haz asociadas con los diferentes TRP con los que se puede introducir un dispositivo inalámbrico en comunicación para mejorar potencialmente la confiabilidad de la comunicación y/o proporcionar otros beneficios posibles, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

En consecuencia, en la presente descripción se describen diversas técnicas para realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad, al menos en algunos casos. Para ilustrar tales posibles técnicas, la Figura 5 es un diagrama de flujo de señales que ilustra métodos para realizar la recuperación de fallas de haz con una confiabilidad mejorada en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad en un sistema de comunicación inalámbrica, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

Los aspectos del método de la Figura 5 pueden implementarse mediante un dispositivo inalámbrico, p. ej., junto con una o más estaciones de base celular, tales como un UE 106 y una BS 102 que se ilustra y describe con respecto a varias de las Figuras de la presente descripción, o más generalmente en conjunto con cualquiera de los sistemas de circuitos informáticos, sistemas, dispositivos, elementos o componentes informáticos mostrados en las Figuras anteriores, entre otros, según se desee. Por ejemplo, un

procesador (y/u otro hardware) de tal dispositivo puede configurarse para hacer que el dispositivo realice cualquier combinación de los elementos del método ilustrados y/u otros elementos del método.

Nótese que mientras que al menos algunos elementos del método de la Figura 5 se describen de manera relacionada con el uso de técnicas y/o características de comunicación asociadas con los documentos de especificación de 3GPP y/o NR, tal descripción no pretende ser limitante a la descripción, y los aspectos del método de la Figura 5 pueden usarse en cualquier sistema de comunicación inalámbrica adecuado, según se desee. En diversas modalidades, algunos de los elementos de los métodos mostrado pueden realizarse simultáneamente, en un orden diferente al mostrado, puede sustituirse por otros elementos del método, o pueden omitirse. También pueden realizarse elementos de método adicionales según se desee. Como se muestra, el método de la Figura 5 puede operar de la siguiente manera.

En 502, el dispositivo inalámbrico puede establecer un enlace celular con una red celular.

El enlace celular puede operar de acuerdo con un esquema de red de frecuencia única (SFN, en inglés). En algunos casos, el esquema de SFN puede ser más particularmente un esquema de SFN de tren de alta velocidad (HST), que puede usarse para proporcionar servicio a dispositivos inalámbricos que viajan en trenes de alta velocidad. De acuerdo con algunas modalidades, el enlace celular puede operar de acuerdo con NR de 5G. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede establecer una sesión con una entidad AMF de la red celular por medio de uno o más gNB que proporcionan acceso por radio a la red celular. Como otra posibilidad, el enlace celular puede operar de acuerdo con LTE. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede establecer una sesión con una entidad de gestión de movilidad de la red celular por medio de un eNB que proporciona acceso por radio a la red celular. También son posibles otros tipos de enlaces celulares, y la red celular también puede operar o alternativamente operar de acuerdo con otra tecnología

de comunicación celular (p. ej., UMTS, CDMA2000, GSM, etc.), de acuerdo con diversas modalidades.

Establecer el enlace inalámbrico puede incluir establecer una conexión de RRC con una estación base celular de servicio, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

- 5 Establecer la primera conexión de RRC puede incluir configurar varios parámetros para la comunicación entre el dispositivo inalámbrico y la estación base celular, establecer información de contexto para el dispositivo inalámbrico y/o cualquiera de varias otras características posibles, p. ej., relacionadas con establecer una interfaz de aire para el dispositivo inalámbrico para realizar comunicación celular con una red celular asociada con
- 10 la estación base celular. Después de establecer la conexión de RRC, el dispositivo inalámbrico puede operar en un estado de RRC conectado. En algunos casos, la conexión de RRC también puede liberarse (p. ej., después de un cierto período de inactividad con respecto a la comunicación de datos), en cuyo caso el dispositivo inalámbrico puede operar en un estado inactivo o un estado inactivo de RRC. En algunos casos, el dispositivo
- 15 inalámbrico puede realizar el traspaso (p. ej., mientras está en modo conectado de RRC) o la reelección de celdas (p. ej., mientras está en modo en reposo de RRC o inactivo de RRC) a una nueva celda de servicio, p. ej., debido a la movilidad del dispositivo inalámbrico, cambio de condiciones de medio inalámbrico, y/o por cualquiera de otras razones posibles. Al menos de acuerdo con algunas modalidades, el dispositivo inalámbrico puede
- 20 establecer múltiples enlaces inalámbricos, p. ej., con múltiples TRP de la red celular, de acuerdo con una configuración de múltiples TRP. En tal caso, el dispositivo inalámbrico puede configurarse (p. ej., a través de señalización de RRC) con uno o más indicadores de control de transmisión (TCI, en inglés), p. ej., que pueden corresponder a varios haces que pueden usarse para comunicarse con los TRP. Además, puede ser el caso de que
- 25 uno o más estados de TCI configurados puedan activarse mediante el elemento de control (CE, en inglés) de control de acceso al medio (MAC, en inglés) para el dispositivo inalámbrico en un tiempo particular.

Al menos en algunos casos, establecer el(los) enlace(s) inalámbrico(s) puede incluir el dispositivo inalámbrico que proporciona información de capacidad para el dispositivo inalámbrico. Tal información de capacidad puede incluir información relacionada con cualquiera de una variedad de tipos de capacidades de dispositivos inalámbricos.

- 5 En 504, la red celular (p. ej., una estación base celular configurada para proporcionar uno o más TRP en la red celular) puede configurar el dispositivo inalámbrico con recursos de detección de fallas de haz (BFD, en inglés) para cada uno de múltiples TRP, recursos de detección de haz candidato (CBD, en inglés) para cada uno de los múltiples TRP, y/o haces asociados con cada uno de los múltiples TRP para usar para transmitir solicitudes de
- 10 planificación de recuperación de fallas de haz.

- Los recursos de detección de fallas de haz pueden configurarse explícita o implícitamente. En el caso de indicación explícita, como una posibilidad, la señalización de RRC que indica recursos de detección de fallas de haz puede incluir un conjunto independiente de recursos de BFD para cada TRP en operación. Al menos en algunos casos, tal configuración de recursos
- 15 de falla de haz puede realizarse de tal manera que los conjuntos de recursos de BFD no compartan (p. ej., no puedan, de acuerdo con las especificaciones de 3GPP, como una posibilidad) los mismos recursos (p. ej., que incluyen todo a lo largo de la cadena cuasicolocalización (QCL, en inglés), de tal manera que ningún recurso en los conjuntos de recursos de BFD para diferentes TRP de manera directa o indirecta comparte la misma fuente
- 20 de tipo QCL, al menos en algunos casos). Como otra posible restricción u opción de configuración, puede darse el caso de que los conjuntos de recursos de BFD para diferentes TRP tengan el mismo número de recursos. En algunos casos, los recursos configurados como recursos de BFD cuando se usan conjuntos de recursos de BFD independientes pueden incluir recursos de señal de referencia de información del estado de canal (CSI-RS) y pueden no
- 25 incluir recursos del bloque de señales de sincronización (SSB).

Otro mecanismo de indicación explícita podría incluir la red celular que configura un conjunto de recursos de detección de falla de haz que incluye pares de recursos donde un recurso en

un par de recursos dado está asociado con un TRP y otro recurso en el par de recursos dado está asociado con otro TRP. Nótese que puede ser posible que tal conjunto de recursos de BFD incluya tanto los recursos de BFD individuales (p. ej., configurados para la operación de un solo TRP BFD) como los recursos de BFD emparejados (p. ej., configurados para la
5 operación de múltiples TRP BFD).

Como se indicó anteriormente en la presente descripción, puede ser posible que se puedan usar múltiples esquemas de red de frecuencia única de alta velocidad. En consecuencia, también puede ser posible que se proporcione al dispositivo inalámbrico una indicación explícita o implícita del tipo de esquema de red de frecuencia única de alta velocidad en uso,

10 al menos para la operación de BFR. Como un ejemplo, puede ser posible que se use la señalización de RRC para configurar explícitamente el esquema de red de frecuencia única de alta velocidad en uso. Como otro ejemplo, cuando se configuran conjuntos de recursos de BFD independientes, para diferenciar entre un esquema de red de frecuencia única de alta velocidad sin compensación previa y entre un esquema de red de frecuencia única de alta velocidad con
15 compensación previa, se puede usar la configuración QCL para implicar el esquema en uso.

En tal caso, para identificar un esquema sin compensación previa, los recursos en ambos conjuntos de recursos de BFD pueden configurarse para cuasicolocarse a la señal de referencia de seguimiento (TRS, en inglés) con QCL tipo A y QCL tipo D si procede. Para identificar un esquema con compensación previa, los recursos en un conjunto de recursos de
20 BFD pueden configurarse para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A y QCL tipo D si procede, mientras que los recursos en el otro conjunto de recursos de BFD pueden configurarse para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} y QCL tipo D si procede.

Similarmente en un caso en el que un conjunto de recursos de BFD se configura con recursos de detección emparejados, en un esquema sin compensación previa, ambos recursos en un
25 par de recursos de BFD pueden configurarse para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A y QCL tipo D si procede, mientras está en un esquema con compensación previa, un recurso de detección en un par de recursos de detección puede configurarse para cuasilocalizarse a TRS

con QCL tipo A y QCL tipo D si procede, mientras que el otro recurso de detección en el par de recursos de detección puede configurarse para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} y QCL tipo D si procede.

En el caso de la configuración implícita de los recursos de BFD, los recursos del conjunto de recursos de control (CORESET, en inglés) pueden monitorizarse como los recursos de BFD, con la selección de los recursos de CORESET que se usarán como recursos de BFD realizados de acuerdo con las reglas de selección conocidas tanto para el dispositivo inalámbrico como en la red celular, p. ej., de tal manera que los recursos de CORESET sean seleccionados por el dispositivo inalámbrico como recursos de BFD de manera determinista de la cual se conoce la red celular. Por ejemplo, los criterios o reglas que el dispositivo inalámbrico está configurado para seguir para seleccionar los CORESET para usar para los recursos de BFD podrían incluir cualquiera o todas las periodicidad de monitoreo de los conjuntos de espacios de búsqueda asociados para cada CORESET configurado (p. ej., de tal manera que los CORESET con más periodicidad de monitoreo de frecuencia sean más propensos a seleccionarse), el índice de CORESET para cada CORESET configurado (p. ej., de tal manera que el CORESET con el índice más bajo, o el índice más alto si se desea, es más propenso a seleccionarse), si cada CORESET configurado está configurado con uno o dos estados de indicador de configuración de transmisión (TCI, en inglés) (p. ej., de tal manera que los CORESET configurados con dos estados de TCI son más propensos a seleccionarse para un caso de operación múltiples TRP), entre diversas posibilidades. Alternativamente, los CORESET que el dispositivo inalámbrico elige monitorear para BFD pueden dejarse a la implementación del dispositivo inalámbrico, potencialmente con todos los CORESET configurados que se consideran para el número total de recursos de BFD que se espera que el dispositivo inalámbrico rastree.

Pueden usarse técnicas similares para la configuración de recursos de CBD como para la configuración de recursos de BFD, al menos de acuerdo con algunas modalidades. Por ejemplo, los recursos de CBD también pueden configurarse explícita o implícitamente. En

el caso de indicación explícita, como una posibilidad, la señalización de RRC que indica recursos de CBD puede incluir un conjunto independiente de recursos de CBD para cada TRP en operación. Al menos en algunos casos, tal configuración de CBD puede realizarse de tal manera que los conjuntos de recursos de CBD no compartan (p. ej. no puedan
5 compartir, de acuerdo con las especificaciones de 3GPP, como una posibilidad) los mismos recursos. Como otra posible restricción u opción de configuración, puede darse el caso de que los conjuntos de recursos de CBD para diferentes TRP tengan el mismo número de recursos. En algunos casos, los recursos configurados como recursos de CBD cuando se usan conjuntos de recursos de CBD independientes pueden incluir recursos de señal de
10 referencia de información del estado de canal (CSI-RS) y pueden no incluir recursos del bloque de señales de sincronización (SSB).

Otro mecanismo de indicación explícita podría incluir la red celular que configura un conjunto de recursos de CBD que incluye pares de recursos donde un recurso en un par de recursos dado está asociado con un TRP y otro recurso en el par de recursos dado
15 está asociado con otro TRP. Nótese que puede ser posible que tal conjunto de recursos de CBD incluya tanto los recursos de CBD individuales (p. ej., configurados para la operación de un solo TRP CBD) como los recursos de CBD emparejados (p. ej., configurados para la operación de múltiples TRP CBD).

También puede ser posible que se proporcione al dispositivo inalámbrico una indicación
20 explícita o implícita del tipo de esquema de red de frecuencia única de alta velocidad en uso, posiblemente específicamente para la operación de CBD. Como un ejemplo, puede ser posible que se use la señalización de RRC para configurar explícitamente el esquema de red de frecuencia única de alta velocidad en uso. Como otro ejemplo, cuando se configuran conjuntos de recursos de CBD independientes, para diferenciar entre un
25 esquema de red de frecuencia única de alta velocidad sin compensación previa y entre un esquema de red de frecuencia única de alta velocidad con compensación previa, se puede usar la configuración QCL para implicar el esquema en uso. En tal caso, para identificar un

esquema sin compensación previa, los recursos en ambos conjuntos de recursos de CBD pueden configurarse para cuasicolocarse a la señal de referencia de seguimiento (TRS, en inglés) con QCL tipo A y QCL tipo D si procede. Para identificar un esquema con compensación previa, los recursos en un conjunto de recursos de CBD pueden

5 configurarse para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A y QCL tipo D si procede, mientras que los recursos en el otro conjunto de recursos de CBD pueden configurarse para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} y QCL tipo D si procede. Similarmente en un caso en el que un conjunto de recursos de CBD se configura con recursos de detección emparejados, en un esquema sin compensación previa, ambos

10 recursos en un par de recursos de CBD pueden configurarse para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A y QCL tipo D si procede, mientras está en un esquema con compensación previa, un recurso de detección en un par de recursos de detección puede configurarse para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A y QCL tipo D si procede, mientras que el otro recurso de detección en el par de recursos de detección puede configurarse para

15 cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} y QCL tipo D si procede.

En el caso de la configuración implícita de recursos de CBD, puede ser posible que los recursos de canal de acceso aleatorio (RACH, en inglés) puedan usarse como los recursos de CBD. La selección de los recursos de RACH a usarse como recursos de CBD puede

20 realizarse de acuerdo con las reglas de selección conocidas tanto para el dispositivo inalámbrico como en la red celular, o con la selección de los recursos de RACH que se usarán como recursos de CBD que se dejan a la implementación del dispositivo inalámbrico, de acuerdo con diversas modalidades.

Al menos de acuerdo con algunas modalidades, puede ser posible que se espere que

25 coincidan el número de conjuntos de recursos de BFD y el de conjuntos de recursos de CBD configurados explícita o implícitamente (p. ej., si la configuración cumple las especificaciones de 3GPP). Por ejemplo, en un posible caso, las configuraciones válidas

podrían incluir una indicación de un conjunto de recursos de BFD y 0 o 1 conjunto de recursos de CBD para la operación de BFR TRP único, o la indicación de dos conjuntos de recursos de BFD y 0 o 2 conjuntos de recursos de CBD para la operación de TRP BFR múltiples en una configuración de red de frecuencia única de alta velocidad.

- 5 La red celular también puede proporcionar uno o más recursos al dispositivo inalámbrico para su uso para transmitir una solicitud de planificación (SR, en inglés) de recuperación de fallas de haz (BFR), de tal manera que la SR de BFR pueda transmitirse a uno o ambos múltiples TRP en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad. Esto puede incluir proporcionar un identificador de solicitud de planificación único (SchedulingRequestId) para
- 10 un dispositivo inalámbrico para un grupo celular dado, que incluye un único recurso de canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH, en inglés), donde se pueden configurar múltiples relaciones espaciales (p. ej., haces) para el recurso de PUCCH. Las relaciones espaciales pueden estar asociadas con diferentes TRP.

- Como otra posibilidad, la red celular puede proporcionar un identificador de solicitud de
- 15 planificación único para un dispositivo inalámbrico para un grupo celular dado, que incluye múltiples recursos de PUCCH, donde se puede configurar una relación espacial (potencialmente diferente) para cada recurso de PUCCH. Los recursos de PUCCH pueden asociarse con diferentes TRP.

- Como otra posibilidad adicional, la red celular puede proporcionar múltiples identificadores de
- 20 solicitudes de planificación para un dispositivo inalámbrico para un grupo celular dado, cada uno de los cuales puede incluir un único recurso de PUCCH, donde se puede configurar una relación espacial (potencialmente diferente) para el recurso de PUCCH para cada identificador de solicitud de planificación. Los identificadores de solicitud de planificación pueden asociarse con diferentes TRP.

- 25 En 506, el dispositivo inalámbrico puede realizar la detección de fallas de haz usando los recursos de BFD configurados para los múltiples TRP. La detección de fallas de haz puede incluir monitorear los recursos de BFD configurados para determinar una tasa de error de

bloque (BLER, en inglés) de canal físico de control de enlace descendente hipotético (PDCCH), de acuerdo con algunas modalidades. Por ejemplo, al comparar una señal de referencia conocida para un recurso de BFD configurado a la señal recibida real, el dispositivo inalámbrico puede ser capaz de determinar un porcentaje aproximado de transmisiones de PDCCH que el dispositivo inalámbrico sería incapaz de recibir y decodificar exitosamente, si las transmisiones de PDCCH se produjeran usando la configuración de transmisión del recurso de BFD. Si el BLER de PDCCH hipotético es mayor que un umbral configurado (p. ej., 10 %, como una posibilidad; también son posibles otros valores) para un recurso de BFD dado, el dispositivo inalámbrico puede determinar que ha ocurrido la falla de haz para el haz asociado con ese recurso de BFD.

En 508, el dispositivo inalámbrico puede realizar una identificación de haz candidato usando los recursos de CBD configurados para los múltiples TRP. La identificación de haz candidato puede realizarse basándose en la determinación de que ha ocurrido la falla de haz. El o los recursos de CBD usados para realizar la identificación de haces candidatos pueden incluir recursos asociados con el mismo TRP que el (los) recurso(s) de BFD que activan la detección de fallas de haz están asociados con, al menos de acuerdo con algunas modalidades. Por lo tanto, si solo un TRP está experimentando falla de haz, puede ser el caso de que el dispositivo inalámbrico realice una identificación de haz candidato usando los recursos de CBD asociados con ese TRP. Si múltiples TRP están experimentando falla de haz, puede ser el caso de que el dispositivo inalámbrico realice la identificación de haz candidato usando el recurso de CBD asociado con todos los TRP. La identificación de haz candidato puede incluir determinar una configuración de haz que puede esperarse que cumpla los requisitos de BLER de PDCCH hipotético de la red celular o una configuración de haz que pueda proporcionar una intensidad de señal de referencia recibida por encima de un cierto umbral, p. ej., basado en evaluar las señales reales recibidas en los recursos de CBD configurados en comparación con la

señal de referencia conocida por haberse transmitido en los recursos de CBD configurados, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

En 510, el dispositivo inalámbrico puede transmitir una solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz usando uno o más haces seleccionados de los haces configurados para uso para transmitir solicitudes de planificación de recuperación de fallas de haz. El uso del (de los) haz (haces) seleccionado(s) puede dar como resultado que la SR de BFR se transmita a un TRP (o múltiples TRP) asociados con el haz seleccionado. Nótese que puede ser posible que si se detecta la falla de haz para un TRP, el dispositivo inalámbrico transmite una SR de BFR al otro TRP, ya que puede aumentar la probabilidad de recepción exitosa de la SR de BFR por la red celular si la SR de BFR se proporciona a un TRP que no experimenta falla de haz, y por lo tanto también puede aumentar potencialmente la probabilidad y/o reducir la cantidad de tiempo necesario para la recuperación de fallas de haz. Por lo tanto, dependiendo de la manera en que se configuran las SR de BFR para los múltiples TRP, el dispositivo inalámbrico puede configurarse para seleccionar qué haz o relaciones espaciales usar para transmitir una SR de BFR, o qué recursos de PUCCH usar para transmitir una SR de BFR, o qué identificadores de solicitud de planificación usar para transmitir una SR de BFR, basándose al menos en parte en la que los recursos de BFD están asociados con la detección de la falla de haz.

Por lo tanto, al menos de acuerdo con algunas modalidades, se puede usar el método de la Figura 5 para realizar la recuperación de fallas de haz en un caso de red de frecuencia única de alta velocidad, al menos en algunos casos. Como se describe en la presente, estas técnicas pueden mejorar el rendimiento de recuperación de fallas de haz en casos en los que un dispositivo inalámbrico está en comunicación con múltiples TRP con efectos Doppler significativos y opuestos, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

Información adicional

La siguiente información adicional se proporciona para ilustrar aspectos adicionales que podrían usarse junto con el método de la Figura 5 si se desea. Sin embargo, cabe señalar que los detalles ilustrativos adicionales no pretenden ser limitantes para toda la descripción:

5 numerosas variaciones y alternativas para los detalles proporcionados en la presente descripción más abajo son posibles y deben considerarse dentro del alcance de la descripción.

La operación de tren de alta velocidad (HST) es un posible caso de despliegue celular. En tal caso, un dispositivo inalámbrico que se desplaza entre dos TRP puede observar un efecto Doppler muy alto positivo desde un efecto Doppler de TRP y un efecto Doppler negativo muy
10 alto desde el otro TRP. Como resultado, el canal compuesto puede variar bastante rápido, por ejemplo, cerca o más de 2 kHz, al menos como una posibilidad. Esto puede reducir potencialmente la capacidad del canal y desafiar la capacidad del UE para realizar la estimación precisa del canal.

Son posibles múltiples enfoques basados en red de frecuencia única (SFN) para proporcionar
15 servicio celular en tal caso. Como una posibilidad, se puede implementar un esquema de HST-SFN (“esquema de HST-SFN 1”) en el que un UE puede estimar 2 valores separados de efecto Doppler (es decir, uno de cada TRP) para ayudar con la estimación del canal del UE. Como otra posibilidad, se puede implementar un esquema HST SFN (“HST-SFN con compensación previa”) en el que la red puede determinar y compensar previamente para el efecto Doppler
20 cuando se comunica con un UE.

Para el esquema de HST-SFN 1 y HST-SFN con compensación previa, puede ser posible que se use un MAC-CE para configurar dos estados de TCI para un conjunto de recursos de control (CORESET). La recuperación de fallas de haz se puede basar en BLER de PDCCH hipotético y la mejora de BFR puede ser importante para mejorar la confiabilidad del PDCCH para la
25 operación de HST-SFN. En consecuencia, en la presente descripción se describen técnicas que pueden proporcionar mejoras de recursos de detección de fallas de haz, mejoras de

recursos de detección de haz candidato y/o mejoras de solicitud de planificación de solicitud de falla de haz, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

Como un aspecto, para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, los conjuntos de recursos de BFD independientes (p. ej., múltiples entradas de failureDetectionResourcesToAddModList que pueden configurarse en un elemento de información de RRC RadioLinkMonitoringConfig, y que pueden configurar un conjunto de RadioLinkMonitoringRS) pueden configurarse para cada TRP en la operación de HST-SFN. En algunos casos, se pueden implementar una o más de las siguientes restricciones, si se desea. Como una posible restricción, ambos conjuntos de recursos de BFD se configuran explícitamente, o ambos se configuran implícitamente (p. ej., no se configuran directamente por señalización de RRC). Como otra restricción posible, puede ser el caso de que los conjuntos de recursos de BFD no puedan compartir los mismos recursos; por ejemplo, a lo largo de toda la cadena de configuración de QCL, puede ser el caso de que ningún recurso en el primer conjunto de recursos de BFD y ningún recurso en el segundo conjunto de recursos de BFD compartan directa o indirectamente la misma fuente de QCL tipo D. Como una mayor restricción adicional, puede ser el caso de que se requieran ambos conjuntos de recursos de BFD para tener el mismo número de recursos.

En algunos casos, para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, cuando se configuran conjuntos de recursos de BFD independientes, para la operación de PDCCH de HST-SFN configurada por RRC, puede ser el caso de que el SSB (p. ej., índice SSB) no pueda configurarse como RadioLinkMonitoringRS. En otras palabras, en tal caso, puede ser el caso que solo CSI-RS (p. ej., índice CSI-RS) pueda configurarse como RadioLinkMonitoringRS.

En algunos casos, para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, cuando se configuran conjuntos de recursos de BFD independientes, puede ser posible proporcionar técnicas para diferenciar entre múltiples diferentes esquemas de HSF-SFN PDCCH posibles (p. ej., esquema HSF-SFN 1 o HST-SFN con compensación previa).

Como una de tales posibilidad, puede ser posible que se use la señalización de RRC para configurar explícitamente el tipo de esquema de HST-SFN en uso para la recuperación de fallas de haz. Como otra posibilidad, se puede usar la configuración QCL para implicar el esquema HSF-SFN en uso. Por ejemplo, para identificar el esquema 1 de HST-SFN, puede ser el caso de que los recursos en los conjuntos de recursos de BFD se configuran para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A (y QCL tipo D si procede, tal como en FR2), mientras que para identificar HST-SFN con compensación previa, puede ser el caso de que los recursos en un conjunto de recursos de BFD se configuran para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A (y QCL tipo D si procede) y los recursos en el otro conjunto de recursos de BFD se configuran para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} (y QCL tipo D si procede).

En algunos casos, para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, puede ser posible que en un conjunto de recursos de BFD dado (p. ej., `failureDetectionResourcesToAddModList`), puede ser posible que cada `RadioLinkMonitoringRS` pueda configurarse para uno o dos `detectionResource(s)`. En tal caso, cuando se configura un `detectionResource`, se puede suponer mediante un dispositivo inalámbrico y una red celular que sea para un único TRP BFD. Cuando se configuran dos `detectionResources`, se pueden suponer que son para múltiples TRP BFD. Además, para diferenciar entre diferentes esquemas de HST-SFN PDCCH posibles (p. ej., el esquema HSF-SFN 1 o HST-SFN con compensación previa) en tal caso, puede ser posible que para el esquema de HST-SFN 1 ambos `detectionResources` se configuren para cuasilocalizarse a TRS con QCL Tipo A (y QCL tipo D si procede), mientras que para HST-SFN con compensación previa, un `detectionResource` se configura para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A (y QCL tipo D si procede) y el otro `detectionResource` se configura para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} (y QCL tipo D si procede). Nótese que puede ser el caso de que la red no configure `RadioLinkMonitoringRS` con diferentes esquemas de HST-SFN; en

otras palabras, se puede suponer mediante la red y el UE que no se configurará el esquema de HST-SFN 1 para un par de detectionResource ni HST-SFN con compensación previa para otro par de detectionResource, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

- 5 Puede ser posible que la red no configure explícitamente los recursos de BFD para un UE en un esquema de comunicación HST-SFN. En tal caso, puede ser el caso de que el UE monitorea los recursos de CORESET para la BFD. Como una posibilidad, se puede dejar a la implementación del UE para determinar qué CORESET el UE elige monitorear para el BFD. En tal caso, todos los CORESET pueden considerarse para el número total de recursos de
- 10 BFD que el UE rastrea. Como otra posibilidad, el UE puede seleccionar el (los) CORESET basado en uno o más de ciertos criterios configurados (p. ej., sujeto a un número máximo de recursos de BFD que el UE puede monitorear). Los criterios podrían incluir la periodicidad de monitoreo de los conjuntos de espacios de búsqueda asociados para los CORESET configurados, los valores de índice de CORESET para los CORESET configurados, y/o si cada
- 15 CORESET está configurado con uno o dos estados de TCI, entre varios criterios posibles.
- Para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, puede ser adicional o alternativamente posible que los conjuntos de recursos de CBD independientes (p. ej., múltiples entradas de candidateBeamRSSCellList, que pueden configurarse en un elemento de información BeamFailureRecoverySCellConfig, y que pueden configurar un conjunto de
- 20 CandidateBeamRS) pueda configurarse para cada TRP en la operación de HST-SFN. En algunos casos, se pueden implementar una o más de las siguientes restricciones, si se desea. Como una posible restricción, ambos conjuntos de recursos de CBD se configuran explícitamente, o ambos se configuran implícitamente (p. ej., no se configuran directamente por señalización de RRC). Como otra restricción posible, puede ser el caso de que los
- 25 conjuntos de recursos de CBD no puedan compartir los mismos recursos; por ejemplo, a lo largo de toda la cadena de configuración de QCL, puede ser el caso de que ningún recurso en el primer conjunto de recursos de CBD y ningún recurso en el segundo conjunto de recursos

de CBD compartan directa o indirectamente la misma fuente de QCL tipo D. Como una mayor restricción adicional, puede ser el caso de que se requieran ambos conjuntos de recursos de CBD para tener el mismo número de recursos.

En algunos casos, para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, cuando se configuran conjuntos de recursos de CBD independientes, puede ser posible proporcionar técnicas para diferenciar entre múltiples diferentes esquemas de HSF-SFN PDCCH posibles (p. ej., esquema HSF-SFN 1 o HST-SFN con compensación previa). Como una de tales posibilidades, puede ser posible que se use la señalización de RRC para configurar explícitamente el tipo de esquema de HST-SFN en uso para la detección de haz candidato. Como otra posibilidad, se puede usar la configuración QCL para implicar el esquema HSF-SFN en uso. Por ejemplo, para identificar el esquema 1 de HST-SFN, puede ser el caso de que los recursos en los conjuntos de recursos de CBD se configuran para ser cuasilocalizados a TRS con QCL tipo A (y QCL tipo D si procede), mientras que para identificar HST-SFN con compensación previa, puede ser el caso de que los recursos en un conjunto de recursos de CBD se configuran para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A (y QCL tipo D si procede) y los recursos en el otro conjunto de recursos de CBD se configuran para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} (y QCL tipo D si procede).

En algunos casos, para la recuperación de fallas de haz para la operación de HST-SFN, puede ser posible que en un conjunto de recursos de CBD dado, cada CandidateBeamRS pueda configurarse para uno o dos recursos. En tal caso, cuando se configura un recurso, se puede suponer mediante un dispositivo inalámbrico y una red celular que sea para un único TRP CBD. Cuando se configuran dos recursos, se pueden suponer que son para múltiples TRP CBD. Además, para diferenciar entre diferentes esquemas de HST-SFN PDCCH posibles (p. ej., el esquema HSF-SFN 1 o HST-SFN con compensación previa) en tal caso, puede ser posible que para el esquema de HST-SFN 1 ambos recursos se configuren para cuasilocalizarse a TRS con QCL Tipo A (y QCL tipo D si procede),

mientras que para HST-SFN con compensación previa, un recurso se configura para cuasilocalizarse a TRS con QCL tipo A (y QCL tipo D si procede) y el otro recurso se configura para cuasilocalizarse a TRS con {retardo promedio, dispersión por retardo} (y QCL tipo D si procede). Nótese que puede ser el caso de que la red no configure recursos de CBD con diferentes esquemas de HST-SFN; en otras palabras, puede suponerse mediante la red y el UE que no se configurará el esquema de HST-SFN 1 para un par de recursos de CBD ni HST-SFN con compensación previa para otro par de recursos de CBD.

Puede ser posible que la red no configure explícitamente los recursos de CBD para un UE en un esquema de comunicación HST-SFN. En tal caso, puede ser el caso de que el UE considere recursos para los recursos de CBD.

En algunos casos, se puede esperar que coincidan el número de conjuntos de recursos de BFD y de conjuntos de recursos de CBD configurados implícita o explícitamente. Por ejemplo, como una posibilidad, las siguientes pueden considerarse configuraciones válidas. Para un único TRP BFR, núm. de conjuntos recursos de BFD = 1, núm. de conjuntos recursos de CBD = 0 o 1. Para HSF-SFN BFR, núm. de conjuntos recursos de BFD = 2, núm. de conjuntos recursos de CBD = 0 o 2.

La configuración de BFR SR puede incluir configurar un SchedulingRequestId para la SR de BFR por MAC en cada grupo celular (p. ej., schedulingRequestID-BFR-SCell). En el SchedulingRequestId, se puede configurar un recurso de PUCCH (p. ej., PUCCH-ResourceId). Se puede actualizar una relación espacial (p. ej., haz) para cada recurso de PUCCH a través de MAC-CE. Tal enfoque puede usarse para soportar la operación de SR de BFR para la operación de HST-SFN, si se desea.

Como otra posibilidad, se puede usar un enfoque similar pero con una mejora de configuración de relación espacial. En tal caso, se puede configurar un SchedulingRequestId para la SR de BFR por MAC en cada grupo celular (p. ej., schedulingRequestID-BFR-SCell). En el SchedulingRequestId, se puede configurar un único recurso de PUCCH (p. ej., PUCCH-

ResourceId). Para cada recurso PUCCH, puede ser posible que se configuren dos relaciones espaciales, p. ej., una para cada TRP. En tal caso, cuando se produce un BFR, un UE puede transmitir en el recurso de PUCCH ambas relaciones espaciales configuradas. Alternativamente, la red puede configurar una asociación entre cada relación espacial de PUCCH y cada TRP (p. ej., usando el conjunto de recursos de BFD). Cuando la falla de haz se detecta en un conjunto de recursos de BFD, el UE puede transmitir el PUCCH con la relación espacial correspondiente. Nótese que la asociación espacial de relación configurada por la red puede causar que el UE transmita usando el recurso de PUCCH al TRP que no experimenta falla de haz, p. ej., para mejorar la fiabilidad de la transmisión, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

Como una posibilidad adicional, se puede usar un enfoque en el que se configuran múltiples recursos de PUCCH, si se desea. En tal caso, se puede configurar un SchedulingRequestId para la SR de BFR por MAC en cada grupo celular. En el SchedulingRequestId, se pueden configurar dos recursos de PUCCH, p. ej., uno para cada TRP. Para cada recurso de PUCCH, se puede configurar una única relación espacial. Nótese que las relaciones espaciales pueden diferir para los diferentes recursos de PUCCH. En tal caso, cuando se produce un BFR, un UE puede transmitir en ambos recursos de PUCCH con las relaciones espaciales configuradas correspondientes. Alternativamente, la red puede configurar asociaciones entre los recursos de PUCCH y los TRP (p. ej., usando el conjunto de recursos de BFD). Cuando la falla de haz se detecta en un conjunto de recursos de BFD, el UE puede transmitir el recurso de PUCCH asociado con el TRP para el cual se detecta la falla de haz. Nótese que la asociación de recursos de PUCCH configurada por la red puede causar que el UE transmita el recurso de PUCCH que porta la SR de BFR al TRP que no experimenta falla de haz, p. ej., para mejorar la fiabilidad de la transmisión, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

Como una posibilidad adicional, se puede usar un enfoque en el que se configuran múltiples SchedulingRequestIds, si se desea. En tal caso, se pueden configurar dos

SchedulingRequestIds para la SR de BFR por MAC en cada grupo celular, p. ej., uno para cada TRP. En cada SchedulingRequestId, se puede configurar un recurso de PUCCH. Para cada recurso de PUCCH, se puede configurar una única relación espacial. Nótese que las relaciones espaciales pueden diferir para los recursos de PUCCH para los diferentes SchedulingRequestIds. En tal caso, cuando se produce un BFR, un UE puede transmitir los SchedulingRequestIds con los recursos de PUCCH correspondientes y las relaciones espaciales configuradas. Alternativamente, la red puede configurar asociaciones entre las SchedulingRequestId y los TRP (p. ej., usando el conjunto de recursos de BFD). Cuando la falla de haz se detecta en un conjunto de recursos de BFD, el UE puede transmitir la SchedulingRequestId asociada con el TRP para el cual se detecta la falla de haz. Nótese que la asociación de SchedulingRequestId configurada por la red puede causar que el UE transmita el SchedulingRequestId al TRP que no experimenta falla de haz, p. ej., para mejorar la fiabilidad de la transmisión, al menos de acuerdo con algunas modalidades.

Se proporcionan en las siguientes modalidades ilustrativas adicionales.

Un conjunto de modalidades puede incluir un método, que comprende: mediante un dispositivo inalámbrico: establecer un enlace celular con una red celular de acuerdo con un esquema de red de frecuencia única; determinar uno o más recursos de detección de fallas de haz (BFD) para cada uno de al menos un primer punto de recepción de transmisión (TRP) y un segundo TRP, en donde el primer TRP y el segundo TRP están asociados con el enlace celular con la red celular; y detectar fallas de haz para al menos uno del primer TRP o el segundo TRP usando los recursos de BFD.

De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: recibir información de configuración que indica los recursos de BFD para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP, en donde los recursos de BFD para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP se determinan basado en la información de configuración.

De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: determinar que la información de configuración que indica los recursos de BFD para el primer TRP y el segundo TRP no se proporciona al dispositivo inalámbrico, en donde los recursos de BFD determinados para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP son recursos de conjunto de recursos de control (CORESET) que se seleccionan basándose al menos en parte en uno o más de: monitorear la periodicidad de conjuntos de espacios de búsqueda asociados con cada CORESET; valores de índice CORESET para cada CORESET configurado; o si cada CORESET configurado se configura con uno o dos estados del indicador de configuración de transmisión (TCI).

- 10 De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: determinar un tipo de esquema de red de frecuencia única en uso para la recuperación de fallas de haz basándose en uno o más de: información de configuración proporcionada al dispositivo inalámbrico a través de señalización de control de recursos de radio; o una configuración de cuasicolocalización (QCL) para los recursos de BFD para el primer TRP y el segundo TRP.

De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: determinar uno o más recursos de detección de haz candidato (CBD) para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP; e identificar uno o más haces candidatos para la recuperación de fallas de haz usando los recursos de CBD para el primer TRP y el segundo TRP.

- 20 De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: recibir información de configuración que indica los recursos de CBD para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP, en donde los recursos de CBD para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP se determinan basado en la información de configuración.

- De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: determinar que la información de configuración que indica los recursos de CBD para el primer TRP y el segundo TRP no se proporciona al dispositivo inalámbrico, en donde los recursos de BFD
- 25

determinados para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP son recursos de canal de acceso aleatorio (RACH).

De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: determinar un tipo de esquema de red de frecuencia única en uso para la recuperación de fallas de haz basándose en uno o más de: información de configuración proporcionada al dispositivo inalámbrico a través de señalización de control de recursos de radio; o una configuración de cuasicolocalización (QCL) para los recursos de CBD para el primer TRP y el segundo TRP.

De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: seleccionar, basado al menos en parte en la falla de haz detectada, uno o más haces para usar para transmitir una solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz, en donde el uno o más haces se seleccionan de múltiples haces configurados para transmisiones de solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz; y transmitir la solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz usando uno o más haces seleccionados.

De acuerdo con algunas modalidades, los múltiples haces configurados para transmisiones de solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz incluyen al menos un haz asociado con el primer TRP y un haz asociado con el segundo TRP.

De acuerdo con algunas modalidades, el uno o más haces para usar para transmitir la solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz se seleccionan basado, al menos en parte, de si la falla de haz detectada está asociada con el primer TRP, el segundo TRP o tanto el primer TRP como el segundo TRP.

Otro conjunto de modalidades puede incluir un dispositivo inalámbrico, que comprende: uno o más procesadores; y una memoria que tiene instrucciones almacenadas en esta, que cuando son ejecutadas por el uno o más procesadores, realiza etapas de cualquiera de los ejemplos anteriores.

Aun otro conjunto de modalidades puede incluir un método, que comprende: mediante una estación base celular configurada para proporcionar al menos un primer punto de recepción de

transmisión (TRP) en una red celular: establecer un enlace celular con un dispositivo inalámbrico de acuerdo con un esquema de red de frecuencia única; y configurar uno o más recursos de detección de fallas de haz (BFD) para el dispositivo inalámbrico para cada uno de al menos un primer punto de recepción de transmisión (TRP) y un segundo TRP.

- 5 De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: proporcionar una indicación al dispositivo inalámbrico de un tipo de esquema de red de frecuencia única en uso para la recuperación de fallas de haz mediante una o más de: información de configuración proporcionada al dispositivo inalámbrico a través de señalización de control de recursos de radio; o una configuración de cuasicolocalización (QCL) para los recursos
- 10 de BFD para el primer TRP y el segundo TRP.

- De acuerdo con algunas modalidades, el uno o más recursos de BFD para cada uno del primer TRP y el segundo TRP se configuran usando uno de: un conjunto de recursos de BFD para cada uno del primer TRP y el segundo TRP; o un conjunto de recursos de BFD en el que se configuran uno o más pares de recursos de BFD, en donde cada par de recursos de BFD
- 15 incluye un recurso de BFD configurado para el primer TRP y un recurso de BFD configurado para el segundo TRP.

- De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: configurar uno o más recursos de detección de haz candidato (CBD) para el dispositivo inalámbrico para cada uno de al menos el primer TRP y el segundo TRP.

- 20 De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: proporcionar una indicación al dispositivo inalámbrico de un tipo de esquema de red de frecuencia única en uso para la recuperación de fallas de haz mediante una o más de: información de configuración proporcionada al dispositivo inalámbrico a través de señalización de control de recursos de radio; o una configuración de cuasicolocalización (QCL) para los recursos
- 25 de CBD para el primer TRP y el segundo TRP.

De acuerdo con algunas modalidades, el uno o más recursos de CBD para cada uno del primer TRP y el segundo TRP se configuran usando uno de: un conjunto de recursos de CBD para

cada uno del primer TRP y el segundo TRP; o un conjunto de recursos de CBD en el que se configuran uno o más pares de recursos de CBD, en donde cada par de recursos de CBD incluye un recurso de CBD configurado para el primer TRP y un recurso de CBD configurado para el segundo TRP.

- 5 De acuerdo con algunas modalidades, el método comprende además: configurar múltiples haces para el dispositivo inalámbrico para transmisiones de solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz.

De acuerdo con algunas modalidades, los múltiples haces configurados para transmisiones de solicitud de planificación de recuperación de fallas de haz incluyen al
10 menos un haz asociado con el primer TRP y un haz asociado con el segundo TRP.

Aun otro conjunto de modalidades puede incluir una estación base celular, que comprende: uno o más procesadores; y una memoria que tiene instrucciones almacenadas en esta, que cuando son ejecutadas por el uno o más procesadores, realiza etapas de cualquiera de los ejemplos anteriores.

- 15 Un conjunto adicional de modalidades puede incluir un producto de programa informático, que comprende instrucciones informáticas que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan etapas de cualquiera de los ejemplos anteriores.

Una modalidad ilustrativa adicional puede incluir un método, que comprende: realizar, mediante un dispositivo, cualquiera o todas las partes de los ejemplos anteriores.

- 20 Otra modalidad ilustrativa puede incluir un dispositivo que comprende: una antena; una radio acoplada a la antena; y un procesador acoplado operativamente a la radio, en donde el dispositivo se configura para implementar cualquiera o todas las partes de los ejemplos anteriores.

Un conjunto ilustrativo adicional de modalidades puede incluir un medio de memoria accesible
25 por computadora no transitorio que comprende instrucciones de programa que, cuando se ejecutan en un dispositivo, hacen que el dispositivo implemente cualquiera o todas las partes de cualquiera de los ejemplos anteriores.

Aun un conjunto ilustrativo adicional de modalidades puede incluir un programa informático que comprende instrucciones para realizar cualquiera o todas las partes de cualquiera de los ejemplos anteriores.

Aún otro conjunto ilustrativo de modalidades puede incluir un aparato que comprende medios para realizar cualquiera o todos los elementos de cualquiera de los ejemplos anteriores.

Aún otro conjunto ilustrativo de modalidades puede incluir un aparato que comprende un procesador configurado para hacer que un dispositivo realice cualquiera o todos los elementos de cualquiera de los ejemplos anteriores.

Se entiende que el uso de información de identificación personalmente debe seguir las políticas y prácticas de privacidad que generalmente se reconocen como que cumplen o superan la industria o los requisitos gubernamentales para mantener la privacidad de los usuarios. En particular, los datos de información identificables personalmente deben gestionarse y manipularse para minimizar los riesgos de acceso o uso involuntario o no autorizado, y la naturaleza del uso autorizado debe indicarse claramente a los usuarios.

Cualquiera de los métodos descritos en la presente descripción para operar un equipo de usuario (UE) puede ser la base de un método correspondiente para operar una estación base, al interpretar cada mensaje/señal X recibida por el UE en el enlace descendente como mensaje/señal X transmitida por la estación base, y cada mensaje/señal Y transmitida en el enlace ascendente por el UE como un mensaje/señal Y recibida por la estación base.

Las modalidades de la presente descripción pueden realizarse en cualquiera de diversas maneras. Por ejemplo, en algunas modalidades, la presente materia descrita puede realizarse como un método implementado por computadora, un medio de memoria legible por computadora, o un sistema informático. En otras modalidades, la materia presente puede realizarse usando uno o más dispositivos de hardware diseñados a medida tales como ASICs. En otras modalidades, la materia presente puede realizarse usando uno o más elementos de hardware programables, tales como FPGAs.

En algunas modalidades, un medio de memoria legible por computadora no transitorio (p. ej., un elemento de memoria no transitorio) puede configurarse para que almacene instrucciones y/o datos del programa, donde las instrucciones del programa, si son ejecutadas por un sistema informático, hacen que el sistema informático realice un método, p. ej., cualquiera de las modalidades del método descritas en la presente descripción, o cualquier combinación de las modalidades del método descritas en el presente documento, o cualquier subconjunto de cualquiera de las modalidades del método descritas en la presente descripción, o cualquier combinación de tales subconjuntos.

En algunas modalidades, un dispositivo (p. ej., un UE) puede configurarse para incluir un procesador (o un conjunto de procesadores) y un medio de memoria (o elemento de memoria), donde el medio de memoria almacena instrucciones de programa, donde el procesador se configura para leer y ejecutar las instrucciones de programa desde el medio de memoria, donde las instrucciones del programa son ejecutables para implementar cualquiera de las diversas modalidades de métodos descritas en la presente descripción (o cualquier combinación de las modalidades de métodos descritas en la presente descripción, o cualquier subconjunto de cualquiera de las modalidades de métodos descritas en la presente descripción, o cualquier combinación de tales subconjuntos). El dispositivo puede realizarse en cualquiera de diversas maneras.

Aunque las modalidades anteriores han sido descritas en detalle considerable, numerosas variaciones y modificaciones serán evidentes para los expertos en la técnica una vez que la descripción anterior se aprecia completamente. Se pretende que las siguientes reivindicaciones abarquen todas tales variaciones y modificaciones.