

RECUPERACIÓN DE FALLAS DE HACES DE CÉLULAS SECUNDARIAS BASADAS EN GRUPOS

Campo de la Invención

5 La presente descripción se relaciona en general con un aparato y métodos de comunicación para dispositivos electrónicos y sistemas, y más particularmente se relaciona con la recuperación de fallas de haces de una pluralidad de células secundarias (SCells) que operan en una red.

Antecedentes de la Invención

10 Dado que las redes inalámbricas operan en bandas de mayor frecuencia tales como las comunicaciones de ondas milimétricas (mmWave), los aparatos de comunicación están equipados con grandes agrupaciones de antenas. Esto permite la transmisión de
15 señales en múltiples enlaces con haces muy estrechos. Estas redes ofrecen numerosas ventajas con respecto a redes tradicionales tales como las transmisiones de datos de muy alta velocidad, pero también incluyen problemas que se relacionan con la gestión de operaciones de haces múltiples y con el protocolo
20 de recuperación cuando se presentan fallas de haces en la red.

 Actualmente, solamente el proceso de recuperación de fallas de haces para la célula primaria (PCell) y la célula secundaria primaria (PsCell) se especificó en 3GPP versión 15 para normas de 5G. Se ha discutido poco sobre los aparatos y métodos de
25 comunicación para la recuperación de fallas de haces en el

contexto de células secundarias basadas en grupos (SCells).

Breve Descripción de la Invención

Una modalidad no limitante y de ejemplo facilita los mejoramientos en las operaciones de haces múltiples en redes
5 inalámbricas. A manera de ejemplo, esta modalidad incluye la recuperación de fallas de haces de SCells basadas en grupos. Esto proporciona soluciones efectivas para la recuperación simultánea de las fallas de haces de una pluralidad de SCells configuradas para operar en la red.

10 De conformidad con la presente descripción, se proporciona un aparato de comunicación que comprende un receptor, el cual, al operar, recibe información de configuración para la recuperación de fallas de haces (BFR, por sus siglas en inglés) de una pluralidad de SCells que operan en
15 una red, y circuitos, que, en la operación, realizan la detección de fallas de haces (BFD, por sus siglas en inglés) y reportan con base en la información de configuración.

Debe apreciarse que se pueden implementar modalidades generales o específicas como un sistema, un método, un circuito
20 integrado, un programa de cómputo, un medio de almacenamiento, o cualquier combinación selectiva de los mismos.

Beneficios y ventajas adicionales de las modalidades descritas serán evidentes a partir de la especificación y las figuras. Los beneficios y/o ventajas pueden obtenerse
25 individualmente por medio de las varias modalidades y

características de la especificación y los dibujos, los cuales no necesitan presentarse en orden para obtener uno o más de tales beneficios y/o ventajas.

Breve Descripción de las Figuras

5 Las figuras adjuntas, en donde los números de referencia similares se refieren a elementos idénticos o funcionalmente similares a lo largo de las vistas separadas y que junto con la siguiente descripción detallada se incorporan y forman parte de la especificación, sirven para ilustrar varias modalidades y
10 para explicar varios principios y ventajas de conformidad con las presentes modalidades.

La figura 1 muestra una arquitectura de ejemplo para un sistema de Nueva Radio (NR) de 3GPP.

La figura 2 es un dibujo esquemático que muestra una
15 división funcional entre una red de acceso por radio de nueva generación (NG-RAN, por sus siglas en inglés) y una red central 5G (5GC).

La figura 3 es un diagrama secuencial para procesos de configuración/reconfiguración de conexiones de control de
20 recursos de radio (RRC, por sus siglas en inglés).

La figura 4 es un dibujo esquemático que muestra los escenarios de uso de banda ancha móvil mejorada (eMBB, por sus siglas en inglés), Comunicaciones Masivas Tipo Máquina (mMTC, por sus siglas en inglés) y Comunicaciones Ultraconfiables y de
25 Baja Latencia (URLLC, por sus siglas en inglés).

La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra una arquitectura de sistema 5G de ejemplo para un escenario sin itinerancia.

La figura 6A ilustra un diagrama esquemático de comunicaciones de entrada múltiple salida múltiple (MIMO, por sus siglas en inglés) de enlace ascendente y enlace descendente entre una estación base (gNB) y un equipo de usuario (UE, por sus siglas en inglés) en una red inalámbrica MIMO.

La figura 6B ilustra un diagrama esquemático de comunicaciones de MIMO multiusuario (MU-MIMO) de enlace descendente entre una gNB y múltiples UEs en una red inalámbrica MIMO.

La figura 6C ilustra un diagrama esquemático de comunicaciones de MU-MIMO de enlace ascendente entre una gNB y múltiples UEs en una red inalámbrica MIMO.

La figura 7 ilustra un proceso de recuperación de fallas de haces de conformidad con varias modalidades.

La figura 8 muestra un ejemplo esquemático de un aparato de comunicación de conformidad con varias modalidades. El aparato de comunicación puede implementarse como una gNB o un UE y configurarse para la detección y recuperación de fallas de haces de conformidad con varias modalidades de la presente descripción.

La figura 9 muestra una red inalámbrica con uno o más UEs y una o más células o gNBs transmitiendo una secuencia de

mensajes de conformidad con una modalidad de ejemplo.

La figura 10 muestra información de configuración para la recuperación de fallas de haces (BFR) para múltiples SCells con base en un escenario básico de grupo de conformidad con una
5 modalidad de ejemplo.

La figura 11 muestra una tabla de una información de configuración de BFR de SCells basadas en grupo de conformidad con una modalidad de ejemplo.

La figura 12 muestra un dispositivo electrónico de
10 conformidad con una modalidad de ejemplo.

Los técnicos expertos apreciarán que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no se han ilustrado necesariamente a escala.

Descripción Detallada de la Invención

15 Algunas modalidades de la presente invención se describirán, solo a manera de ejemplo, con referencia a las figuras. Los números y caracteres de referencia similares en las figuras se refieren a elementos similares o equivalentes.

Arquitectura del sistema 5G NR y pilas de protocolos

20 3GPP ha estado trabajando en la siguiente versión para la tecnología celular de 5a generación, conocida simplemente como 5G, incluyendo el desarrollo de una tecnología de acceso de nueva radio (NR) que opera en frecuencias que llegan hasta los 100 GHz. Las especificaciones para una NR no autónoma (NSA,
25 por sus siglas en inglés) para normas 5G inicialmente se

entregaron a finales de 2017. En 2018, la versión 15 de 3GPP, la primera versión de las normas 5G, se completó para incluir 5G autónoma (SA, por sus siglas en inglés) con un sistema de nueva radio, que permite avanzar a pruebas de conformidad con la norma 5G NR y la implementación comercial de teléfonos inteligentes.

Entre otras cosas, la arquitectura del sistema global supone una NG-RAN (Red de Acceso por Radio de Siguierte Generación) que comprende gNBs, proporcionando acceso en el plano de usuarios de radio NG (SDAP/PDCP/RLC/MAC/PHY) y terminaciones de protocolos de control de recursos de radio (RRC, por sus siglas en inglés) hacia el UE. Las gNBs se interconectan entre sí por medio de la interfaz Xn. Las gNBs también se conectan por medio de la interfaz de Siguierte Generación (NG) al NGC (Núcleo de Nueva Generación), más específicamente a la AMF (Función de Gestión de Acceso y Movilidad) (por ejemplo, una entidad central particular que realiza la AMF) por medio de la interfaz NG-C y a la UPF (Función de Plano de Usuarios) (por ejemplo, una entidad central que realiza la UPF) por medio de la interfaz NG-U. La arquitectura de NG-RAN se ilustra en la figura 1 (ver, por ejemplo, 3GPP TS 38.300 v15.6.0, sección 4).

La pila de protocolos del plano de usuarios para NR (ver, por ejemplo, 3GPP TS 38.300, sección 4.4.1) comprende el PDCP (Protocolo de Convergencia de Datos en Paquete, ver sección 6.4

de TS 38.300), RLC (Control de Enlace de Radio, ver sección 6.3 de TS 38.300) y subcapas de MAC (Control de Acceso al Medio, ver sección 6.2 de TS 38.300), que terminan en la gNB en el lado de la red. Adicionalmente, se introduce una nueva subcapa de estrato de acceso (AS, por sus siglas en inglés) (SDAP, Protocolo de Adaptación de Datos de Servicio) sobre el PDCP (ver, por ejemplo, subcláusula 6.5 de 3GPP TS 38.300). Una pila de protocolos de plano de control está definida también para NR (ver, por ejemplo, TS 38.300, sección 4.4.2). Una visión general de las funciones de la Capa 2 la proporciona la subcláusula 6 de TS 38.300. Las funciones del PDCP, RLC y subcapas de MAC están enumeradas, respectivamente, en las secciones 6.4, 6.3, y 6.2 de TS 38.300. Las funciones de la capa de RRC están enumeradas en la subcláusula 7 de TS 38.300.

Por ejemplo, la capa de Control de Acceso al Medio maneja la multiplexación lógica de canales, y funciones de programación y funciones relacionadas con la programación incluyendo el manejo de diferentes numerologías.

La capa física (PHY) es por ejemplo responsable de la codificación, el procesamiento de PHY HARQ, la modulación, el procesamiento de antenas múltiples, y la correlación de la señal con los recursos físicos de tiempo-frecuencia apropiados. También maneja la correlación de los canales de transporte con canales físicos. La capa física proporciona servicios a la capa de MAC en forma de canales de transporte.

Un canal físico corresponde al conjunto de recursos de tiempo-frecuencia utilizado para la transmisión de un canal de transporte particular, y cada canal de transporte se correlaciona con un canal físico correspondiente. Por ejemplo,

5 los canales físicos son PRACH (Canal Físico de Acceso Aleatorio), PUSCH (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente) y PUCCH (Canal Físico de Control de Enlace Ascendente) para el enlace ascendente y PDSCH (Canal Físico Compartido de Enlace Descendente), PDCCH (Canal Físico de

10 Control de Enlace Descendente) y PBCH (Canal Físico de Difusión) para el enlace descendente.

Los escenarios de casos de uso/implementación para NR podrían incluir banda ancha móvil mejorada (eMBB), comunicaciones de baja latencia ultraconfiables (URLLC),

15 comunicación masiva tipo máquina (mMTC), los cuales tienen requisitos diversos en términos de velocidades de datos, latencia y cobertura. Por ejemplo, se espera que eMBB soporte velocidades de datos máximas (20 Gbps para el enlace descendente y 10 Gbps para el enlace ascendente) y velocidades

20 de datos experimentadas por el usuario del orden de tres veces lo que ofrece IMT-Advanced. Por otro lado, en el caso de URLLC, los requisitos más estrictos se colocan en ultrabaja latencia (0.5 ms para UL y DL, cada una para la latencia en el plano de usuarios) y alta confiabilidad ($1-10^{-5}$ en 1 ms). Finalmente,

25 mMTC puede requerir preferentemente una alta densidad de

conexión (1,000,000 dispositivos/km² en un entorno urbano), una gran cobertura en entornos rigurosos, y batería de vida extremadamente larga para dispositivos de bajo costo (15 años).

5 Por lo tanto, la numerología de OFDM (por ejemplo, espaciamiento de subportadores, duración de símbolos de OFDM, duración de prefijos cíclicos (CP, por sus siglas en inglés), el número de símbolos por intervalo de programación) que es adecuado para un caso de uso podría no funcionar bien para
 10 otro. Por ejemplo, los servicios de baja latencia pueden requerir una duración de símbolos más corta (y por lo tanto un espaciamiento de subportadores más grande) y/o menos símbolos por intervalo de programación (conocido como TTI) que un servicio de mMTC. Adicionalmente, los escenarios de
 15 implementación con propagaciones de retardos de canal grandes pueden requerir preferentemente una duración de CP más grande que los escenarios con propagaciones de retardos cortos. En consecuencia, el espaciamiento de subportadores debe optimizarse para conservar la sobrecarga de CP similar. NR
 20 puede aceptar más de un valor de espaciamiento de subportadores. Consecuentemente, por el momento se consideran espaciamientos de subportadores de 15 kHz, 30 kHz, 60 kHz, etc. La duración de símbolos T_u y el espaciamiento de subportadores Δf están directamente relacionados a través de
 25 la fórmula $\Delta f = 1/T_u$. De manera similar que en los sistemas

de LTE, el término “elemento de recurso” se puede emplear para denotar una unidad de recurso mínima que está compuesta de un subportador para la duración de un símbolo de OFDM/SC-FDMA.

En el sistema de nueva radio 5G, para cada numerología y portador, se define una cuadrícula de recursos de subportadores y símbolos de OFDM para el enlace ascendente y el enlace descendente, respectivamente. Cada elemento en la cuadrícula de recursos se conoce como un elemento de recurso y se identifica con base en el índice de frecuencia en el dominio de frecuencia y la posición del símbolo en el dominio de tiempo (ver 3GPP TS 38.211 v15.6.0).

División funcional de 5G NR entre NG-RAN y 5GC

La figura 2 ilustra la división funcional entre NG-RAN y 5GC. El nodo lógico NG-RAN es un gNB o ng-eNB. 5GC tiene nodos lógicos, AMF, UPF y SMF.

En particular, la gNB y ng-eNB alojan las siguientes funciones principales:

- Funciones para la gestión de recursos de radio, tal como control de portador de radio, control de admisión de radio, control de movilidad de la conexión, asignación dinámica de recursos a UEs tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente (programación);

- Compresión de encabezados de IP, cifrado y protección de integridad de datos;

- Selección de una AMF en el adjunto de UE cuando no puede

determinarse un direccionamiento a una AMF a partir de la información proporcionada por el UE;

- Direccionamiento de datos del plano de usuarios hacia las(s) UPF(s);
- 5 - Direccionamiento de información del plano de control hacia la AMF;
- Configuración y liberación de conexiones;
- Programación y transmisión de mensajes;
- Programación y transmisión de información de difusión de
- 10 sistemas (originado desde la AMF o OAM);
- Medición y configuración de reportes de medición para movilidad y programación;
- Marcación de paquetes a nivel de transporte en el enlace ascendente;
- 15 - Gestión de sesiones;
- Soporte para el rebanado de redes;
- Gestión de flujos de QoS y correlación con portadores de radio de datos;
- Soporte para UEs en el estado RRC_INACTIVE;
- 20 - Función de distribución para mensajes NAS;
- Compartición de red de acceso por radio;
- Conectividad dual;
- Interconexión estricta entre NR y E-UTRA.

La función de gestión de acceso y movilidad (AMF) aloja las

25 siguientes funciones principales:

- Terminación de señalización de estratos de no acceso, NAS (por sus siglas en inglés);
 - Seguridad de señalización de NAS;
 - Control de seguridad de estratos de acceso, AS (por sus siglas en inglés);
 - Señalización de nodos entre redes centrales, CN (por sus siglas en inglés), para movilidad entre redes de acceso de 3GPP;
 - Accesibilidad del UE en modo inactivo (incluyendo control y ejecución de retransmisión de mensajes);
 - Gestión de áreas de registro;
 - Soporte para movilidad intrasistemas e intersistemas;
 - Autenticación de acceso;
 - Autorización de acceso incluyendo comprobación de derechos de itinerancia;
 - Control de gestión de movilidad (suscripción y políticas);
 - Soporte para el rebanado de redes;
 - Selección de función de gestión de sesión, SMF (por sus siglas en inglés).
- Además, la función de plano de usuarios, UPF, aloja las siguientes funciones principales:
- Punto de anclaje para movilidad Intra/Inter-RAT (cuando aplique);
 - Punto de interconexión de sesión de PDU externa a la red de datos;

- Direcccionamiento y envío de paquetes;
 - Inspección de paquetes y parte de la aplicación de reglas de políticas del plano de usuarios;
 - Reporte de uso de tráfico;
 - 5 - Clasificador de enlace ascendente para apoyo del direccionamiento de flujos de tráfico a una red de datos;
 - Punto de derivación para apoyo de la sesión de PDUs multialojadas;
 - Manejo de QoS para el plano de usuarios, por ejemplo,
 - 10 filtración de datos, apertura y cierre, aplicación de velocidad de UL/DL;
 - Verificación del tráfico del enlace ascendente (correlación de flujo de SDF a QoS);
 - Almacenamiento temporal de paquetes de enlace descendente
 - 15 y activación de notificaciones de datos de enlace descendente.
- Finalmente, la función de gestión de sesiones, SMF, aloja las siguientes funciones principales:
- Gestión de sesiones;
 - Asignación y gestión de dirección de IP del UE;
 - 20 - Selección y control de la función de UP;
 - Configura la conducción de tráfico en la función de plano de usuarios, UPF, para direccionar el tráfico al destino apropiado;
 - Parte de control de la aplicación de políticas y QoS;
 - 25 - Notificación de datos de enlace descendente.

Procesos de configuración y reconfiguración de conexiones deRRC

La figura 3 ilustra algunas interacciones entre un UE, gNB y AMF (una entidad 5GC) en el contexto de una transición del UE desde RRC_IDLE hasta RRC_CONNECTED para la parte de NAS (ver TS 38.300 v15.6.0).

RRC es una señalización de capa superior (protocolo) utilizado para la configuración de UE y gNB. En particular, esta transición incluye que la AMF prepare los datos de contexto del UE (incluyendo, por ejemplo, el contexto de sesión de la PDU, la clave de seguridad, la capacidad de radio del UE y las capacidades de seguridad del UE, etc.) y los envía a la gNB con la SOLICITUD DE CONFIGURACIÓN DEL CONTEXTO INICIAL. Después, la gNB activa la seguridad de AS con el UE, lo cual se realiza a través del gNB transmitiendo al UE un mensaje de SecurityModeCommand y el UE respondiendo a la gNB con el mensaje de SecurityModeComplete. Posteriormente, la gNB realiza la reconfiguración para configurar el portador de radio de señalización 2, SRB2 (por sus siglas en inglés), y portadores de radio de datos, DRB (por sus siglas en inglés), mediante la transmisión del mensaje de RRCReconfiguration al UE y, en respuesta, la recepción de RRCReconfigurationComplete en la gNB desde el UE. Para una conexión de solo señalización, se saltan los pasos que se relacionan con la RRCReconfiguration dado que SRB2 y DRBs no están configurados. Finalmente, la gNB informa a

la AMF que el proceso de configuración está completo con la RESPUESTA DE CONFIGURACIÓN DEL CONTEXTO INICIAL.

Por lo tanto, en la presente descripción se proporciona una entidad (por ejemplo, AMF, SMF, etc.) de una red central de 5a. generación (5GC, por sus siglas en inglés) que comprende circuitos de control que, al operar, establecen una conexión de siguiente generación (NG, por sus siglas en inglés) con un gNodoB, y un transmisor que al operar transmite un mensaje de configuración del contexto inicial, a través de la configuración de NG, al gNodoB para realizar una señalización de configuración de portador de radio entre al gNodoB y un equipo de usuario (UE). En particular, el gNodoB transmite una señalización de control de recursos de radio, RRC, que contiene un elemento de información de configuración de asignación de recursos al UE a través del portador de radio de señalización. El UE realiza entonces una transmisión de enlace ascendente o una recepción de enlace descendente con base en la configuración de asignación de recursos.

Escenarios de uso de IMT para 2020 y más

La figura 4 ilustra algunos de los casos para 5G NR. En la nueva radio del proyecto de sociedad de 3a. generación (3GPP NR), se están considerando tres casos de uso que se han contemplado para dar apoyo a una amplia variedad de servicios y aplicaciones por medio de IMT-2020. Se ha concluido la especificación para la fase 1 de la banda ancha móvil mejorada

(eMBB). Además de ampliar más el soporte para eMBB, el trabajo actual y futuro involucraría la normalización para comunicaciones ultraconfiables y de baja latencia (URLLC) y comunicaciones masivas tipo máquina. La figura 4 ilustra algunos ejemplos de escenarios de uso contemplados para IMT para 2020 y más (ver, por ejemplo, ITU-R M.2083 en la figura 2).

El caso de uso de URLLC tiene requisitos estrictos para capacidades tales como capacidad de procesamiento, latencia y disponibilidad y se ha contemplado como uno de los facilitadores para aplicaciones verticales futuras tales como control inalámbrico de fabricación industrial o procesos de producción, cirugía médica remota, automatización de distribución en una red inteligente, seguridad de transporte, etc. La ultraconfiabilidad para URLLC se garantizará mediante la identificación de las técnicas para el cumplimiento de los requisitos establecidos por TR 38.913. Para NR URLLC en la versión 15, los requisitos clave incluyen una latencia objetivo del plano de usuarios de 0.5 ms para UL (enlace ascendente) y 0.5 ms para DL (enlace descendente). El requisito general de URLLC para una transmisión de un paquete es una BLER (tasa de error de bloque) de $1E-5$ para un tamaño de paquete de 32 bytes con una latencia del plano de usuarios de 1 ms.

Desde la perspectiva de capa física, la confiabilidad puede mejorarse de varias maneras posibles. El alcance actual para mejorar la confiabilidad incluye la definición por separado de

tablas de CQI para URLLC, formatos de DCI más compactos, repetición de PDCCH, etc. Sin embargo, el alcance puede ampliarse para alcanzar la ultraconfiabilidad cuando la NR se haga más estable y desarrollada (para requisitos clave de NR URLLC). Los casos de uso particulares de NR URLLC en la versión 15 incluyen realidad aumentada/realidad virtual (AR/VR, por sus siglas en inglés), e-salud, ciberseguridad, y aplicaciones de misión crítica.

Además, las mejoras de la tecnología buscadas por NR URLLC están dirigidos al mejoramiento de la latencia y al mejoramiento de la confiabilidad. Las mejoras de la tecnología para mejoramiento de la latencia incluyen numerología configurable, programación no basada en ranuras de tiempo con correlación flexible, enlace ascendente de concesión libre (concesión configurada), repetición a nivel de ranura de tiempo para canales de datos, y preferencia de enlace descendente. Preferencia significa que una transmisión para la cual ya se han asignado recursos se detiene, y los recursos ya asignados se usan para otra transmisión que se ha solicitado después, pero tiene requisitos de menor latencia/mayor prioridad. Consecuentemente, la transmisión ya concedida es detenida para dar preferencia a una transmisión posterior. El derecho de preferencia es aplicable independientemente del tipo de servicio particular. Por ejemplo, una transmisión para un servicio tipo A (URLLC) puede detenerse para dar preferencia a una transmisión

para un servicio tipo B (tal como eMBB). Las mejoras de la tecnología con respecto al mejoramiento de la confiabilidad incluyen tablas de CQI/MCS dedicadas para la BLER objetivo de $1E-5$.

5 El caso de uso de mMTC (comunicación masiva tipo máquina) se caracteriza por un número muy grande de dispositivos conectados que típicamente transmiten un volumen relativamente bajo de datos sensibles sin retardo. Se requiere que los dispositivos sean de bajo costo y tengan una vida de batería
10 muy larga. Desde la perspectiva de NR, el uso de partes de ancho de banda estrechas es una solución posible para el ahorro de energía desde la perspectiva del UE y para permitir una larga vida de la batería.

 Como ya se mencionó, se espera que el alcance de la
15 confiabilidad en la NR se amplíe. Un requisito clave para todos los casos, y especialmente necesarios para URLLC y mMTC, es una alta confiabilidad o ultraconfiabilidad. Pueden considerarse varios mecanismos para mejorar la confiabilidad desde una perspectiva de radio y una perspectiva de red. En general,
20 existen pocas áreas potenciales clave que pueden ayudar a mejorar la confiabilidad. Entre estas áreas están la información de canal de control compacta, repetición de canal de datos/control, y la diversidad con respecto a frecuencia, tiempo y/o el dominio espacial. Estas áreas son aplicables en general
25 a la confiabilidad, independientemente de los escenarios de

comunicación particulares.

Para NR URLLC, se han identificado casos de uso adicionales con requisitos más estrictos tales como automatización de fábricas, industria del transporte y distribución de energía eléctrica, incluyendo automatización de fábricas, industria del transporte, y distribución de energía eléctrica. Los requisitos más estrictos son mayor confiabilidad (hasta el nivel 10^{-6}), mayor disponibilidad, tamaños de paquetes de hasta 256 bytes, sincronización de tiempos hasta del orden de unos cuantos μ s en donde el valor puede ser uno o unos pocos μ s dependiendo del intervalo de frecuencia y la corta latencia del orden de 0.5 a 1 ms en particular una latencia objetivo del plano de usuario de 0.5 ms, dependiendo de los casos de uso.

Además, para NR URLLC, se han identificado varias mejoras de la tecnología desde la perspectiva de la capa física. Entre estos se encuentran las mejoras al PDCCH (canal físico de control de enlace descendente) relacionadas con DCI compacto, repetición de PDCCH, mayor monitoreo de PDCCH. Además, las mejoras a la UCI (información de control de enlace ascendente) se relacionan con HARQ mejorada (solicitud de repetición automática híbrida) y mejoras de retroalimentación de CSI. También se han identificado mejoras de PUSCH relacionadas con el salto de nivel de mini ranuras de tiempo y mejoras de la retransmisión/repetición. El término "mini ranura de tiempo" se refiere a un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) que incluye

un número menor de símbolos que una ranura de tiempo (una ranura de tiempo comprende catorce símbolos).

Control de QoS

El modelo de 5G QoS (calidad de servicio) se basa en flujos de QoS y acepta flujos de QoS que requieren una velocidad de bits de flujo garantizada (flujos de BRG QoS) y flujos de QoS que no requieren de una velocidad de bits de flujo garantizada (flujos no GBR QoS). Al nivel de NAS, el flujo de QoS tiene por lo tanto el nivel de detalle más fino de diferenciación de QoS en una sesión de PDU. Un flujo de QoS es identificado en una sesión de PDU por medio de una ID de flujo de QoS (QFI) transportada en un encabezado de encapsulación en la interfaz de NG-U.

Para cada UE, 5GC establece una o más sesiones de PDU. Para cada UE, la NG-RAN establece al menos un portador de radio de datos (DRB) junto con la sesión de PDU, y a continuación se pueden configurar los DRB(s) adicionales para flujo(s) de QoS de esa sesión de PDU (NG-RAN determina cuándo puede hacerse esto), por ejemplo, como se muestra arriba con referencia a la figura 3. NG-RAN correlaciona paquetes que pertenecen a diferentes sesiones de PDU a diferentes DRBs. Los filtros de paquetes de niveles de NAS en el UE y la 5GC asocia paquetes de UL y DL con flujos de QoS, mientras que las reglas de correlación al nivel de AS en el UE y en NG-RAN asocian flujos de UL y DL QoS con los DRBs.

La figura 5 ilustra una arquitectura de referencia no itinerante de 5G NR (ver TS 23.501 v16.1.0, sección 4.23). Una función de aplicación (AF, por sus siglas en inglés), por ejemplo, un servidor de aplicaciones externo que aloja servicios de 5G, descrito a manera de ejemplo en la figura 4, interacciona con la red central 3GPP con el objeto de proporcionar servicios, por ejemplo para el apoyo de la influencia de aplicaciones en el direccionamiento de tráfico, acceso a la función de exposición de redes (NEF, por sus siglas en inglés) o la interacción con la estructura de políticas para el control de políticas (ver función de control de políticas PCF, por sus siglas en inglés), por ejemplo, control de QoS. Con base en la implementación del operador, las funciones de aplicación consideradas como confiables por el operador pueden permitir la interacción directa con funciones de red pertinentes. Las funciones de aplicación no permitidas por el operador para acceder directamente a las funciones de red utilizan la estructura de exposición externa a través de la NEF para interaccionar con funciones de red pertinentes.

La figura 5 muestra unidades funcionales adicionales de la arquitectura 5G, es decir, función de selección de rebanadas de tiempo de red (NSSF, por sus siglas en inglés), función de repositorio de red (NRF, por sus siglas en inglés), gestión de datos unificada (UDM, por sus siglas en inglés), función de servidor de autenticación (AUSF, por sus siglas en inglés),

función de gestión de acceso y movilidad (AMF, por sus siglas en inglés), función de gestión de sesión (SMF, por sus siglas en inglés), y red de datos (DN, por sus siglas en inglés), por ejemplo servicios del operador, acceso a la Internet o servicios de terceros. Todo o una parte de las funciones de la red central y los servicios de aplicación pueden implementarse y ejecutarse en ambientes de cómputo de nube.

Por lo tanto, en la presente descripción, se proporciona un servidor de aplicación (por ejemplo AF de la arquitectura 5G) que comprende un transmisor, el cual, al operar, transmite una solicitud que contiene un requisito de QoS para al menos uno de los servicios de URLLC, eMMB y mMTC a al menos una de las funciones (por ejemplo NEF, AMF, SMF, PCF, UPF, etc.) de la 5GC para establecer una sesión de PDU que incluye un portador de radio entre un gNodoB y un UE de acuerdo con el requisito de QoS y el circuito de control, el cual, al operar, realiza los servicios utilizando la sesión de PDU establecida.

En los siguientes párrafos, se explican ciertas modalidades de ejemplo con referencia a una gNB y un UE para la operación de recuperación de fallas de haces, especialmente en una red inalámbrica MIMO.

En una red inalámbrica MIMO, "múltiple" se refiere a múltiples antenas utilizadas para la transmisión simultánea y múltiples antenas utilizadas simultáneamente para recepción, en un canal de radio. Al respecto, "entrada múltiple" se refiere a

antenas transmisoras múltiples que introducen una señal de radio en el canal, y "salida múltiple" se refiere a múltiples antenas receptoras que reciben la señal de radio del canal y hacia el receptor. Por ejemplo, en un sistema de red MIMO de $N \times M$, N es el número de antenas transmisoras, M es el número de antenas receptoras, y N puede ser o no puede ser igual a M . Por simplicidad, los números respectivos de antenas transmisoras y antenas receptoras no se discuten más detalladamente en la presente descripción. La figura 6A ilustra un diagrama esquemático de comunicaciones de MIMO de un solo usuario (SU, por sus siglas en inglés) 100 entre una estación base (gNB) 602 y un equipo de usuario (UE) 604 en una red inalámbrica MIMO. Como se muestra, la red inalámbrica MIMO puede incluir uno o más UEs (por ejemplo, UE 604, UE 606, etc.). En las comunicaciones de SU-MIMO 600, la gNB 602 transmite múltiples corrientes de espacio-tiempo utilizando múltiples antenas (por ejemplo, cuatro antenas como se muestra en la figura 6A) con todas las corrientes de espacio-tiempo dirigidas a un solo aparato de comunicación, es decir, el UE 604. Por simplicidad, las múltiples corrientes de espacio-tiempo dirigidas al UE 104 se ilustran como una flecha de transmisión de datos agrupados 108 dirigida al UE 604.

Las comunicaciones de SU-MIMO 600 pueden configurarse para transmisiones bidireccionales. Como se muestra en la figura 6A, en las comunicaciones de SU-MIMO 100, el UE 604 puede transmitir

múltiples corrientes de espacio-tiempo utilizando múltiples antenas (por ejemplo, dos antenas como se muestra en la figura 6A) con todas las corrientes de espacio-tiempo dirigidas a la gNB 602. Por simplicidad, las múltiples corrientes de espacio-tiempo dirigidas a la gNB 602 se ilustran como una flecha de transmisión de datos agrupados 110 dirigida a la gNB 602.

Como tal, las comunicaciones de SU-MIMO 600 ilustradas en la figura 6 permiten transmisiones de SU tanto de enlace ascendente como de enlace descendente en una red inalámbrica MIMO.

La figura 6B ilustra un diagrama esquemático de comunicaciones de MU-MIMO de enlace descendente 612 entre una gNB 614 y múltiples UEs 616, 618, 620 en una red inalámbrica MIMO. La red inalámbrica MIMO puede incluir uno o más UE (por ejemplo, UE 616, UE 618, UE 620, etc.). En las comunicaciones de MU-MIMO de enlace descendente 112, la gNB 614 transmite múltiples corrientes simultáneamente a los UEs 616, 618, 620 en la red utilizando antenas múltiples vía la correlación espacial o técnicas de precodificación. Por ejemplo, dos corrientes de espacio-tiempo pueden dirigirse al UE 618, otra corriente de espacio-tiempo puede dirigirse al UE 616, y aún otra corriente de espacio-tiempo se puede dirigir al UE 620. Por simplicidad, las dos corrientes de espacio-tiempo dirigidas al UE 618 se ilustran como una flecha de transmisión de datos agrupados 624, la corriente de espacio-tiempo dirigida al UE 616 se ilustra

como una flecha de transmisión de datos 622, y la corriente de espacio-tiempo dirigida al UE 620 se ilustra como una flecha de transmisión de datos 626.

La figura 6C ilustra un diagrama esquemático de
 5 comunicaciones de MU-MIMO de enlace ascendente 628 entre una gNB 630 y múltiples UE 632, 634, 636 en una red inalámbrica MIMO. La red inalámbrica MIMO puede incluir uno o más UE (por ejemplo, UE 632, UE 634, UE 636, etc.). En las comunicaciones de MU-MIMO de enlace ascendente 628, los UE 632, 134, 136
 10 transmiten corrientes respectivas simultáneamente a la gNB 630 en la red utilizando las antenas respectivas a través de correlación espacial o técnicas de precodificación. Por ejemplo, dos corrientes de espacio-tiempo pueden dirigirse a la gNB 630 desde el UE 634, otra corriente de espacio-tiempo puede
 15 dirigirse a la gNB 630 desde el UE 632, y aún otra corriente de espacio tiempo se puede dirigir a la gNB 630 desde el UE 636. Por simplicidad, las dos corrientes de espacio-tiempo dirigidas a la gNB 130 desde el UE 634 se ilustran como una flecha de transmisión de datos agrupados 640, la corriente de espacio-
 20 tiempo dirigida a la gNB 630 desde el UE 632 se ilustra como una flecha de transmisión de datos 638, y la corriente de espacio-tiempo dirigida a la gNB 130 desde el UE 136 se ilustra como una flecha de transmisión de datos 642.

La conformación de haces es una técnica de procesamiento
 25 de señales en la cual un grupo de antenas dirigen la transmisión

y/o la recepción de señales en una red inalámbrica a dispositivos electrónicos, e identifica la ruta de suministro de datos más eficiente desde una estación base (gNB) hasta un UE. Las señales a ángulos particulares experimentan interferencia constructiva mientras las señales a otros ángulos experimentan interferencia destructiva. La conformación de haces puede ayudar a grupos masivos de MIMO, en donde MIMO utiliza una agrupación de antenas de gran escala en uno o más dispositivos electrónicos (por ejemplo, una gNB) para transmitir simultáneamente a numerosos UE autónomos. MIMO permite que una red inalámbrica transmita y reciba más que una señal de datos simultáneamente en el mismo canal de radio a través de múltiples antenas y/o agrupaciones de antenas.

Algunas redes ejecutan la conformación de haces y técnicas masivas de MIMO debido a la alta pérdida de propagación asociada con ondas milimétricas utilizadas para la transmisión de señales. En redes que transmiten con conformación de haces, surgen problemas técnicos en el establecimiento y mantenimiento de un par de haces en donde la dirección del haz del lado del transmisor y la dirección del haz del lado receptor existen con suficiente conectividad. Problemas adicionales surgen cuando esta conectividad se interrumpe o resulta insuficiente. Por ejemplo, un obstáculo puede bloquear una ruta directa entre el transmisor y el receptor, o cambios en el entorno pueden interrumpir el par de haces. Por ejemplo, una falla de haces

ocurre cuando un evento bloquea o prohíbe un par de haces establecidos (por ejemplo, el UE se mueve a una ubicación que bloquea la transmisión inalámbrica o se mueve a una ubicación fuera de la cobertura de una célula actualmente en servicio).

- 5 La recuperación de haces se ejecuta entonces para restablecer la conectividad con un par de haces.

Modalidades de ejemplo solucionan estos y otros problemas técnicos en las redes que ejecutan la conformación de haces. Estas modalidades incluyen, pero no se limitan a, un aparato y
10 métodos que ejecutan BFR. Las ventajas de estas soluciones incluyen, pero no se limitan a, reducción de la sobrecarga de radio de enlace ascendente, reducción de la medición de BFD, simplificación de la ejecución de un proceso de BFR, y facilitación del restablecimiento de la conectividad del par de
15 haces en una red.

Modalidades de ejemplo incluyen BFR para una PCell, una SCell y grupos de más de una célula, tal como un grupo de PCells y SCells, un grupo de solo SCells o SCells basadas en grupos. La PCell se refiere a la célula que opera en la frecuencia
20 primaria. Por ejemplo, esta célula incluye la célula en la cual el UE realiza el proceso de establecimiento de conexión inicial, inicia el proceso de restablecimiento de la conexión, o la célula indicada como la célula primaria en un proceso de transferencia. La SCell se refiere a la célula que opera en una frecuencia
25 secundaria. Por ejemplo, esta célula se configura una vez que

la conexión de control de recursos de radio (RRC) está establecida y puede usarse para proporcionar recursos de radio adicionales. De conformidad con varias modalidades, el término "célula secundaria" (o "SCell") puede usarse de manera
 5 intercambiable con el término "portador de componentes" (o "CC").

Modalidades de ejemplo incluyen además la BFR para el enlace descendente (DL), enlace ascendente (UL), y DL y UL. Por ejemplo, una modalidad de ejemplo especifica un BFR para una
 10 SCell con DL y UL, así como solo DL (por ejemplo, cuando la PCell opera en los intervalos de frecuencia 1 (FR1) y FR2). En una modalidad, FR1 incluye bandas de frecuencia inferiores a 6 GHz, y FR2 incluye bandas de frecuencia de aproximadamente 24 GHz a 52 GHz.

15 La figura 7 ilustra un proceso de recuperación de fallas de haces (BFR) 700 de conformidad con varias modalidades. El proceso 700 es un diagrama de alto nivel que muestra la detección de una falla de haz y la recuperación de esta falla. Este proceso incluye uno o más de los siguientes pasos: detección de la falla
 20 de haz (BFD), nueva identificación del haz (NBI), solicitud de recuperación de la falla de haz (BFRQ), y respuesta de recuperación de la falla de haz (BFRR).

El bloque 702 establece ejecutar BFD. La falla del haz puede ocurrir por varias razones. Un UE puede obtener la calidad
 25 de enlace a nivel de radio de una señal de referencia de

información del estado del canal (CSI-RS) periódica para detectar la falla del haz de una SCell. Cuando la calidad del enlace de nivel para todos los recursos de CSI-RS correspondientes es mayor que un umbral en un evento de tiempo

5 (este umbral se define como el nivel en el cual el enlace de radio de enlace descendente no puede recibirse confiablemente, y corresponde a la interrupción de la tasa de error de bloque (BLER_{out}) de una transmisión de un canal de control de enlace descendente hipotético (PDCCH)), se puede identificar un evento

10 de falla de haz (BFI, por sus siglas en inglés). La capa física (PHY) proporciona una indicación de BFI, a la capa de control de acceso a medios (MAC). El proceso de BFD en el MAC está determinado por un temporizador y un contador que calcula el número de indicaciones de BFI (BFIs). Cada vez que la indicación

15 de BFI es recibida, el temporizador vuelve a comenzar y en el caso que el temporizador expire, el contador se restablece. Por otro lado, después de detectar $N_{\max}$ (beamFailureInstanceMaxCount) de BFIs consecutivos, el UE puede declarar que la falla del haz ocurre en la SCell. Las CSI-RS(s) pueden configurarse

20 explícitamente para medir la BFD por medio de un mensaje de protocolo de control de recursos de radio, o configurarse implícitamente por medio de un estado del indicador de configuración de transmisión (TCI, por sus siglas en inglés) de parámetros de capa superior para recepciones de PDCCH. La

25 información del estado del canal (CSI) es una colección de

funciones de transferencia espacial entre cada antena en la agrupación de antenas de estación base y el UE. La información de CSI se almacena, por ejemplo, en una matriz y se usa para codificar y decodificar los datos transmitidos desde y recibidos por la agrupación de antenas.

El bloque 704 establece ejecutar NBI. Una modalidad de ejemplo determina un nuevo haz o un par de nuevos haces para restablecer o restaurar la conectividad entre el UE y la célula. Considere una modalidad de ejemplo que incluye un conjunto o una serie de CSI-RS o bloques de señales de sincronización (SS, por sus siglas en inglés) para restablecer la conectividad. Considere una modalidad de ejemplo que transmite estas señales en un haz de enlace descendente. Las señales representan un conjunto de haces candidatos. Por ejemplo, una modalidad de ejemplo mide la potencia recibida de la señal de referencia L1 (L1-RSRP) en las señales de referencia para una pluralidad de haces candidatos. Cuando el valor medido de L1-RSRP excede un valor predeterminado, la conectividad es restaurada como la señal de referencia que corresponde a un nuevo haz.

El bloque 706 establece ejecutar BFRQ. BFRQ no se transmite hasta que se declara la falla del haz en la capa del MAC. Para la BFR convencional para cada SCell simple, la falla del haz de la capa de MAC se declara después de que $N_{\max}$ es recibido de PHY en una duración de tiempo de $N_{\max} \times T$, en donde $N_{\max}$ y la periodicidad T de BFD RS (beamFailureDetectionTimer) son números

configurables por separado. El dispositivo transmite la BFRQ a la red o al dispositivo (por ejemplo, la célula) e informa a la red o al dispositivo que se ha detectado una falla de haz. La información proporcionada con respecto a la BFRQ puede incluir
 5 información acerca del haz candidato.

El bloque 708 establece ejecutar BFRR. Después de la ejecución de la BFRQ, una modalidad de ejemplo monitorea el enlace descendente para una respuesta de la red o del dispositivo a la BFRQ. Por ejemplo, la respuesta transmite la casi co-
 10 ubicación (QCL, por sus siglas en inglés) de PDCCH con el conjunto de recursos asociado con el haz candidato incluido en la BFRQ. Se dice que dos puertos de antena están casi co-ubicados (QCL) si las propiedades del canal en el cual se transporta un símbolo en un puerto de antena se pueden inferir del canal en
 15 el cual se transporta un símbolo en el otro puerto de antena. Después de que se transmite la BFRQ, si no se recibe ninguna respuesta en un periodo o intervalo de tiempo predeterminado, entonces el dispositivo retransmite la BFRQ.

En general la BFD de la SCell se basa en la CSI-RS. Después
 20 de recibir un $N_{\max}$ de BFIIIs el UE declara la BF, y entonces se transmite la BFRQ. Durante la BFRQ, el UE transporta el evento de BF y reporta índices de SCell con falla, es decir índices de CC con falla, así como un nuevo haz si está presente, en donde el UE reporta información de solo un nuevo haz por SCell si está
 25 presente. Sin embargo, se ha discutido poco sobre los aparatos

y métodos de comunicación para la recuperación de fallas de haces en el contexto de SCells basadas en grupos.

Un grupo de SCells puede compartir una condición de falla de haz similar tal como las propiedades estadísticas del canal/haz (propiedades estadísticas de parámetros de gran
5 escala), por lo tanto, se puede determinar la BFD para un grupo de SCells con base en una falla de una de las SCells. Esto podría simplificar la BFD y BFR cuando se configuran múltiples SCells. Además, los procesos de BFR incluyen retos y problemas técnicos
10 adicionales para las redes que ejecutan la conformación de haces con una SCell basada en grupo. A manera de ejemplo, estos problemas incluyen la manera en la que se notifica al UE para realizar la BFR de la SCell basada en grupo, y la manera en la que el UE determina y reporta la falla de haz de múltiples SCells
15 con base en un solo identificador. Las modalidades de ejemplo también proporcionan soluciones técnicas a estos problemas.

Una modalidad de ejemplo es un aparato de comunicación que comprende un receptor, el cual recibe información de configuración para la BFR de una pluralidad de SCells que operan
20 en una red, y circuitos que realizan la BFD de haces y reportan con base en la información de configuración.

Otra modalidad de ejemplo es un método que incluye recibir, en un aparato de comunicación, información de configuración para la BFR de múltiples SCells que operan en una red; y realizar,
25 por medio del aparato de comunicación, la BFD y reportar con

base en la información de configuración.

La figura 8 muestra una vista esquemática, parcialmente seccionada, de un aparato de comunicación 800 de conformidad con varias modalidades. El aparato de comunicación 800 puede
5 implementarse como una gNB o un UE de conformidad con varias modalidades y proporciona funciones para la recuperación de fallas de haces. Como se muestra en la figura 8, el aparato de comunicación 800 puede incluir circuitos 814 que comprenden al menos un generador de señales de recepción, al menos un
10 radiotransmisor 802, al menos un radiorreceptor 804 y al menos una antena 812 (por simplicidad, solo se muestra una antena en la figura 8 para propósitos de ilustración). El al menos un radiorreceptor 804 puede recibir información de configuración para BFD y BFR de una pluralidad de SCells que operan en una
15 red, que puede incluir información de grupos que contienen listas de portadores de componentes de cada grupo (explícitamente o implícitamente), información de configuración de BFD e información de configuración de reporte de falla de haz (BF) que contiene al menos un identificador de grupo por
20 cada grupo a reportar. El circuito 814 puede incluir además al menos un procesador de señales de transmisión 808. El circuito 814 puede incluir también al menos un controlador 806 para usarse en la ejecución de tareas asistidas por software y hardware para lo cual el al menos un controlador 806 está diseñado para
25 ejecutar, incluyendo control de comunicaciones con uno o más

aparatos de comunicación en una red inalámbrica MIMO. El al menos un controlador 806 puede controlar el procesador de señales de recepción 810 y el generador de señales de transmisión 808. El al menos un controlador 806 puede controlar el procesador de señales de recepción 810 para recibir información de configuración. El al menos un controlador 806 en el circuito 814 puede realizar la detección de falla de haz y reportar con base en la información de configuración recibida. El al menos un radiotransmisor 802 puede transmitir el reporte de falla de haz.

La figura 9 muestra una red inalámbrica 900 con uno o más UEs 902 y una o más células o estaciones base (gNB) 904 transmitiendo una secuencia de mensajes 906 de conformidad con una modalidad de ejemplo. La secuencia incluye el UE recibiendo información de configuración de una gNB, el UE realizando la BFD, y el UE generando y transmitiendo un reporte de la falla de haz a la gNB.

Durante los procesos de acceso iniciales, el UE encuentra una estación base (por ejemplo, una célula), recibe información del sistema, y solicita la conexión a la célula. A manera de ejemplo, este proceso incluye una señal de sincronización primaria (PSS, por sus siglas en inglés) y una señal de sincronización secundaria (SSS, por sus siglas en inglés) que permite que el UE encuentre, identifique, y sincronice a una red y/o célula.

La transmisión de señales entre el o los UE y la o las células ocurre vía antenas múltiples y/o agrupaciones de antenas para la ejecución de la conformación de haces. Dado el gran número de antenas y/o agrupaciones de antenas en la red, los haces son estrechos y el rastreo de haces o la conexión de un par de haces puede fallar. Cuando ocurre una falla de haz, una modalidad de ejemplo ejecuta la secuencia de mensajes 900 como un proceso de recuperación del haz o BFR para restablecer la conectividad y un par de haces.

10 Como se muestra en 908, la gNB 904 transmite información de configuración a la UE 902. Después de recibir la información de configuración, el UE ejecuta la BFD con base en la información de configuración recibida de la gNB, como se muestra en 910. El UE genera un reporte de BF con base en la información de configuración recibida y transmite este reporte a la estación base, como se muestra en 912.

En una modalidad de ejemplo, el UE recibe la información de configuración para la recuperación de fallas de haces de múltiples estaciones base o células, tales como múltiples SCells y/o múltiples grupos de células. El UE ejecuta la BFD para estas múltiples células, genera un reporte, y transmite el reporte a una o más estaciones base o células (por ejemplo, la estación base que proporciona la información de configuración u otra estación base).

25 Considere una modalidad de ejemplo en la cual las múltiples

células incluyen múltiples grupos de SCells. El UE recibe una nueva indicación notificando al UE que realice la BFR para múltiples SCells con base en el escenario basado en grupo (por ejemplo, un grupo SCells y PCells o un grupo de solo PCells) de la gNB. Esta nueva indicación se dirige a información de configuración de BFR de SCells basadas en grupo (configurable por UE básico).

La información de configuración incluye una o más listas de portadores de componentes (CCs) que incluyen información de grupos. A manera de ejemplo, esta información de grupos incluye uno o más de una indicación del número de grupos a medir y/o reportar y una indicación de cuáles grupos van a medirse y/o reportarse.

La información de configuración también puede incluir información de configuración de BFD para determinar la BF del grupo. Por ejemplo, esta información se basa en un número mínimo de SCells que tienen una condición de falla ($n_{\min}$) dentro del grupo, se basa en un umbral de BFII por grupo ($N_{\max}^g$).

La BFD puede ejecutarse con base en al menos uno de (1) un número de SCells que se identifican como con falla dentro de un grupo (s_{bf}) $\geq$ un primer umbral ($n_{\min}$), o (2) una suma de indicaciones de eventos de falla de haces (BFIIIs) de todas las SCells dentro del grupo (M) $\geq$ un segundo umbral ($N_{\max}^g$). Aquí, $n_{\min}$ es el número mínimo de SCells que tienen una condición de falla dentro del grupo, $M = \sum_{i=1}^{n_i} s_{bf}$, en donde N_i es el valor de la BFII

de la i -ésima SCell, n es el número de SCells en el grupo, y $N_{\max}^q$ es el número máximo de BFIIIs de todas las SCells dentro del grupo.

En una modalidad de ejemplo, $n_{\min}$ tiene un valor
 5 (previamente) fijado igual a uno, en donde el valor
 (previamente) fijado puede configurarse de acuerdo con un
 protocolo estándar o mediante una gNB. Aquí, el UE cuenta las
 BFII para detectar la BF para cada SCell individual dentro del
 grupo. Por ejemplo, después de recibir $N_{\max}$ de BFIIIs consecutivas
 10 de una SCell, el UE determina la BF de la SCell. Si cualquier
 SCell dentro del grupo es identificada con una falla, se declara
 la BF del grupo. Ningún conteo adicional de BFII se lleva a cabo
 para otras SCells en este grupo. Cuando $n_{\min}$ tiene un valor
 (previamente) fijado de uno, se obtienen varias ventajas. El
 15 esfuerzo de medición de la BFD se reduce para el UE si las
 propiedades del canal/haz de diferentes SCells dentro del grupo
 son casi las mismas. La fijación del valor de $n_{\min}$ también tiene
 el beneficio de reducir la dependencia del tiempo de cálculo de
 la BFD y el cálculo (BFD TCC) en el $N_{\max}$.

20 En otra modalidad de ejemplo, $n_{\min}$ tiene un valor
 (previamente) fijado mayor que uno, en donde el valor
 (previamente) fijado puede configurarse de acuerdo con un
 protocolo estándar o por medio de una gNB. Aquí, el UE cuenta
 las BFIIIs para detectar la BF para cada SCell individual dentro
 25 del grupo y s_{bf} . Cuando $s_{bf} \geq n_{\min}$, el UE declara que todas las

SCells dentro del grupo son tratadas en una condición de falla. Ningún conteo adicional de BFII se lleva a cabo en este grupo. Cuando $n_{\min}$ tiene un valor (previamente) fijado mayor que uno, se obtienen varias ventajas. El establecimiento del valor de $n_{\min}$ es consistente para toda la red. Además, esta modalidad reduce el esfuerzo de medición de la BFD para el UE y mejora la toma de decisiones de declarar la BF del grupo si las propiedades del canal/haz de diferentes SCells dentro del grupo son casi las mismas, pero todavía tienen ciertas variaciones. Además, otro beneficio incluye reducciones de la dependencia del BFD TCC en el $N_{\max}$ y $n_{\min}$.

En otra modalidad de ejemplo, $n_{\min}$ tiene un valor flexible. Por ejemplo, $n_{\min}$ es indicado de manera flexible por la información de control que depende de la capacidad del UE, tal como una señalización de capa superior o una indicación de control de enlace descendente. Por ejemplo, el valor de $n_{\min}$ se indica de manera flexible por medio de un elemento de información (IE, por sus siglas en inglés) de la capacidad del UE. Cuando $n_{\min}$ tiene un valor flexible, pueden obtenerse varias ventajas. El establecimiento del valor de $n_{\min}$ es flexible y puede depender de uno o más factores, por ejemplo, la capacidad del UE. Esta modalidad reduce el esfuerzo de medición de la BFD para el UE y mejora la toma de decisiones de declarar la BF del grupo si las propiedades del canal/haz de diferentes SCells dentro del grupo son casi las mismas, pero todavía tienen ciertas variaciones.

Además, otro beneficio incluye reducciones de la dependencia del BFD TCC en el $N_{\max}$ y $n_{\min}$.

En una modalidad de ejemplo, $N_{\max}^g$ tiene un valor (previamente) fijado, en donde el valor (previamente) fijado
 5 puede configurarse de acuerdo con un protocolo estándar o mediante una gNB. Cuando $N_{\max}^g$ tiene un valor fijo, se obtienen varias ventajas. Este establecimiento del valor de $N_{\max}^g$ es consistente para toda la red. Esta modalidad reduce el esfuerzo de medición de la BFD para el UE si las propiedades del canal/haz
 10 de diferentes SCells dentro del grupo son casi las mismas. Además, otro beneficio incluye la reducción de la dependencia del BFD TCC en el $N_{\max}^g$.

En una modalidad de ejemplo, $N_{\max}^g$ tiene un valor flexible. Este valor flexible es indicado por la información de control y
 15 puede depender de uno o más factores, por ejemplo, la capacidad del UE, tal como señalización de capa superior o una indicación de control de enlace descendente. Por ejemplo, el valor de $N_{\max}^g$ se indica de manera flexible por medio del IE de la capacidad del UE. Cuando $N_{\max}^g$ tiene un valor flexible, se obtienen varias
 20 ventajas. El establecimiento del valor de $N_{\max}^g$ es flexible y puede depender de uno o más factores, por ejemplo, la capacidad del UE. Esta modalidad reduce el esfuerzo de medición de la BFD para el UE si las propiedades del canal/haz de diferentes SCells dentro del grupo son casi las mismas. Además, otro beneficio
 25 incluye las reducciones de la dependencia del BFD TCC en el

$N_{\max}^g$.

En una modalidad de ejemplo, la operación de BFD puede basarse en otros métodos o combinaciones de métodos. Por ejemplo, se indica al UE que utilice un método para realizar la
 5 operación de BFD para cada grupo individual (por ejemplo, con base en una combinación de $n_{\min}$ o $N_{\max}^g$).

Considere un ejemplo en el cual la operación de BFD para cada grupo se basa en una o más de las siguientes cinco operaciones operativas: (1) un valor fijo de $n_{\min}$ igual a uno;
 10 (2) un valor fijo de $n_{\min}$ mayor que uno; (3) un valor flexible de $n_{\min}$; (4) un valor fijo de $N_{\max}^g$; y (5) un valor flexible de $N_{\max}^g$.

Considere un ejemplo en donde hay tres grupos. Aquí, existen múltiples posibilidades u opciones para configurar la
 15 operación de BFD para cada grupo individual. Por ejemplo, estas opciones incluyen un valor fijo de $n_{\min}$ igual a uno, un valor fijo de $n_{\min}$ mayor que uno, y un valor fijo de $N_{\max}^g$ que se aplica para el primer, segundo y tercer grupos, respectivamente. La
 20 segunda opción (es decir, un valor fijo de $n_{\min}$ mayor que uno) se aplica para el primer y segundo grupos, mientras que la tercera opción (es decir, un valor flexible de $n_{\min}$) se aplica para el tercer grupo; etc. A continuación, de acuerdo con la información de configuración recibida para cada grupo, el UE
 25 utiliza el método de BFD correspondiente para realizar la operación de BFD para determinar la falla del haz del grupo

particular. Esta modalidad reduce el esfuerzo de medición de la BFD para el UE y la dependencia del BF TCC en $N_{\max}$, $n_{\min}$ y $N_{\max}^g$.

En una modalidad de ejemplo, la información de configuración incluye información para el reporte de BF que genera el UE y es transmitido a la célula. A manera de ejemplo, esta información incluye un identificador de grupo (tal como la ID de grupo, el índice de CC indicado, o el orden del índice de configuración) para cada grupo individual. La información de configuración del reporte de BF puede incluir una indicación para reportar un evento de BF a través de un UL de PCell (o PsCell) o UL de SCell (si la SCell tiene DL y UL). Esta información también puede incluir una indicación para reportar nueva información de haces si dicha nueva información está presente. Más aún, esta información puede incluir uno o más de los siguientes: (1) una indicación del tipo de información de medición (MI, por sus siglas en inglés) del grupo con falla a reportar (por ejemplo, RSRP, relación de señal a interferencia más ruido (SINR, por sus siglas en inglés)), y (2) una indicación para reportar una razón para el evento de BF, si la razón es conocida.

Las indicaciones de la información de configuración pueden señalizarse explícitamente y/o señalizarse implícitamente al UE. Considere un ejemplo de un enfoque implícito que ocurre a través de reglas (previamente) configuradas. Por ejemplo, en la misma banda, si CC1 configura la programación cruzada de portadores

para CC3 y CC5, entonces una lista de CC se define implícitamente como CC1, CC3, y CC5, así como CC1 se considera como el identificador del grupo. Considere un ejemplo de enfoque explícito que ocurre a través de la información de control. Por ejemplo, este enfoque ocurre a través de al menos información de control de enlace descendente del canal físico de control de enlace descendente (PDCCH DCI, por sus siglas en inglés), elementos de control de MAC (MAC CE, por sus siglas en inglés), o mensaje de RRC.

El contenido del reporte de BF puede incluir información variada. Por ejemplo, el UE genera y transmite el reporte de BF que incluye al menos el identificador de grupo para cada grupo individual indicado por la información de configuración. Si el número de los grupos con falla es mayor que el de los grupos útiles al mismo tiempo, el UE reporta el o los identificadores de grupos útiles. De lo contrario, el UE reporta el o los identificadores de grupos con fallas. Esta modalidad reduce la sobrecarga de radio de enlace ascendente.

La información de configuración también se puede actualizar o cambiar. Por ejemplo, el UE proporciona nueva información de nuevos haces incluyendo un índice de CC, un parámetro espacial de Rx, y un ángulo de arribo (AoA, por sus siglas en inglés) a la gNB si está presente. A manera de ejemplo, la gNB asignará el nuevo haz a los grupos existentes o a un nuevo grupo comparando sus propiedades de gran escala con las de las SCells

indicadas que representan a sus grupos. La gNB actualiza el UE con la información de configuración. En una modalidad, la información de configuración de recuperación de fallas de haces de SCells basadas en grupo, puede actualizarse periódicamente o aperiódicamente.

En una modalidad de ejemplo, la información de configuración muestra que solo una SCell indicada para cada grupo individual está configurada con las señales de referencia de BFD (BFD RS) explícitamente o implícitamente (es decir, no todas las SCells dentro del grupo). Aquí, el UE recibe una nueva indicación notificando al UE que realice la BFR para múltiples SCells con base en el escenario basado en grupo de la gNB. Esta nueva indicación se dirige a información de configuración de la BFR de SCells basadas en grupo.

La información de configuración de BFR de las SCells basadas en grupo incluye un CC indicado (SCell) configurado para realizar la BFD y reportar a cada grupo individual. Aquí, solo esta SCell indicada está configurada con las señales de referencia de BFD (BFD RS) explícitamente o implícitamente para cada grupo individual (es decir, no todas las SCells dentro del grupo). Al hacer esto, se puede reducir la BFD RS de enlace descendente. Además, también podrían ahorrarse otros recursos de BFR dado que la gNB solo necesita localizar los recursos de BFR en un CC dentro del grupo de CC. En este caso, puede que no se requiera que la lista de CC la conozca el UE, y el

identificador de grupo puede ser el índice de CC indicado o el orden de índices de configuración. Similarmente, la gNB también puede configurar la BFD RS de la SCell en más de un CC dentro del grupo de CC y la información de configuración puede indicar
5 cuál CC realizará la BFD y el reporte con base en la capacidad del UE y/o la condición del canal.

De acuerdo con la información de configuración de la BFR de SCells basadas en grupo señaladas por la nueva indicación, el UE solamente cuenta las BFII de la SCell indicada para cada
10 grupo individual. Si la SCell indicada es identificada con falla, se declara la BF del grupo. Todas las SCells dentro del grupo son tratadas en la condición de falla.

De acuerdo con la información de configuración de la BFR de SCells basadas en grupo señaladas por la nueva indicación,
15 si el número de los grupos con falla es mayor que el de los grupos útiles al mismo tiempo, el UE reporta el o los identificadores de grupos útiles. De lo contrario, el UE reporta el o los identificadores de grupos con fallas. Esta modalidad de ejemplo tiene varias ventajas. Por ejemplo, la modalidad
20 reduce la sobrecarga de BFD RS de enlace descendente y reduce la sobrecarga de radio de enlace ascendente. La modalidad también reduce el esfuerzo de medición de la BFD para el UE y simplifica el proceso de BFR.

En una modalidad de ejemplo, todas las SCells de diferentes
25 grupos pueden configurarse con su(s) propia(s) BFD RS(s)

explícita o implícitamente, mientras que existe la posibilidad de que solo la SCell indicada de cada grupo individual se configure con BFD RS(s) explícitamente o implícitamente en casos particulares.

5 Modalidades de ejemplo incluyen diferente información de configuración de BFR de SCells basadas en grupo. La figura 10 muestra información de configuración 1000 para la BFR para múltiples SCell con base en un escenario básico de grupo de conformidad con una modalidad de ejemplo. La figura 11 muestra
10 una tabla 1100 de información de configuración de BFR de SCells basadas en grupo de conformidad con una modalidad de ejemplo.

 Como se muestra en las figuras 10 y 11, la información de configuración de BFR de SCells basadas en grupo se indica explícitamente en SCellBFRConfigInfo IE y en Group-basedSCellBFRInfo-IE en lo siguiente: Cuando maxGroupNr es el
15 número máximo de grupos, maxNrofSCell es el número máximo de SCells, y RSRP-Range es el intervalo de RSRP. Los resultados se muestran en la tabla 1100.

 Una persona con experiencia normal en la técnica apreciará
20 que los datos en las figuras 10 y 11 son de ejemplo. Pueden haber varias otras posibilidades en términos de tamaño de la tabla, los datos presentados, etc., dependiendo de la capacidad del UE. Desde una perspectiva del UE, un ejemplo de la capacidad IE de la operación de BFR de SCells basadas en grupo se puede
25 mostrar como

ENUMERATED {SCell-basedBFRInfo, Group-basedSCellBFRInfo, both},

en donde "SCell-basedBFRInfo" indica que un UE soporta la BFR para SCell individuales; "Group-basedSCellBFRInfo" indica que el UE soporta la BFR de SCells basadas en grupo; y "ambos" indican que el UE soporta tanto BFR por SCell como la BFR de SCells basadas en grupo.

Modalidades de ejemplo se pueden aplicar a varios escenarios en los cuales las señales de referencia de BFR están configuradas explícitamente por el RRC o implícitamente por el estado del TCI. Por ejemplo, con configuración explícita mediante el RRC, la BFD RS es transmitida en la SCell actual. Por ejemplo, con configuración implícita mediante el estado del TCI, la BFD RS es transmitida en una parte de ancho de banda (BWP, por sus siglas en inglés) activa de la SCell actual o bien de otra SCell.

La figura 12 muestra un ejemplo de un dispositivo electrónico 700 de conformidad con una modalidad de ejemplo.

El dispositivo electrónico 1200 incluye una fuente de alimentación eléctrica 1202, memoria 1204, una unidad de procesamiento central (CPU, por sus siglas en inglés) 1206, almacenamiento 1208, un transmisor y/o receptor inalámbrico 1210, antenas 1212 (tal como una o más agrupaciones de antena o múltiples antenas para ejecutar la conformación de haces), y BFR 1214 (tal como hardware y/o software para ejecutar una o más modalidades de ejemplo discutidas en relación con las

figuras 6-11).

Considere una modalidad de ejemplo en la cual el dispositivo electrónico 1200 es un UE, AP, STA, una estación base, una célula, u otro dispositivo electrónico.

5 La BFR 1214 del dispositivo electrónico 1200 incluye hardware (por ejemplo, circuitos) y/o software (por ejemplo, código, instrucciones, o datos) que opera para ejecutar una o más información de configuración de recepción para la BFR de múltiples SCells que operan en una red, realizar BFD con base
10 en la información de configuración, generar un reporte de BF con base en la información de configuración, y transmitir el reporte de BF a otro dispositivo electrónico. La BFR 1214 también opera para ejecutar uno o más de BFD, NBI, BFRQ, y BFRR.

Las modalidades de ejemplo se pueden implementar en varios
15 tipos de redes inalámbricas que ejecutan la conformación de haces, tal como la nueva radio (NR) de 5G redes móviles, etc. Tales redes incluyen múltiples antenas de transmisión y/o recepción para la conformación de haces. La información del estado del canal se obtiene a través de la transmisión de
20 reportes de CSI con base en señales de referencia de CSI en el enlace descendente y el enlace ascendente.

La presente descripción puede realizarse por medio de software, hardware, o software en cooperación con hardware. Cada bloque funcional utilizado en la descripción de cada modalidad
25 descrita anteriormente puede realizarse parcialmente o en su

totalidad mediante integración de gran escala (LSI, por sus siglas en inglés) tal como un circuito integrado, y cada proceso descrito en cada modalidad puede controlarse parcialmente o completamente por medio de la misma LSI o una combinación de

5 LSI's. LSI es un proceso de integración de un gran número de transistores en un microchip o chip de semiconductor de silicio, y puede incluir integración de muy grande escala (VLSI, por sus siglas en inglés) e integración de ultra gran escala (ULSI, por sus siglas en inglés). La LSI puede estar formada

10 individualmente como chips, o un chip puede estar formado para incluir una parte de o todos los bloques funcionales. La LSI puede incluir una entrada y salida de datos acoplada a ella. Aquí, la LSI puede referirse a un IC, una LSI de sistema, una súper LSI, o una ultra LSI dependiendo de una diferencia en el

15 grado de integración. Sin embargo, la técnica de implementación de un circuito integrado no está limitado a la LSI y puede realizarse usando un circuito dedicado, un procesador de propósito general, o un procesador de propósito especial. Además, puede usarse una FPGA (matriz de puertas programables

20 en campo) que puede programarse después de fabricar la LSI o un procesador reconfigurable en el cual se pueden reconfigurar las conexiones y los ajustes de las células de los circuitos dispuestas dentro de la LSI. La presente descripción puede realizarse como un procesamiento digital o un procesamiento

25 analógico. Si la tecnología futura de los circuitos integrados

reemplaza a las LSI como resultado del avance de la tecnología de semiconductores u otra tecnología derivativa, los bloques funcionales podrían integrarse usando la tecnología futura de los circuitos integrados. También puede aplicarse la
5 biotecnología.

La presente descripción puede realizarse por medio de cualquier tipo de aparato, dispositivo o sistema que tenga una función de comunicación, que es conocido como un aparato de comunicación. El aparato de comunicación puede comprender un
10 transceptor y circuito de procesamiento/control. El transceptor puede comprender y/o funcionar como un receptor y un transmisor. El transceptor, como el transmisor y receptor, puede incluir un módulo de radiofrecuencia (RF) que incluye amplificadores, moduladores/demoduladores de RF y similares, y uno o más
15 amplificadores, moduladores/demoduladores de RF y similares, y una o más antenas. El circuito de procesamiento/control puede incluir circuito de gestión de energía el cual puede comprender circuito dedicado, un procesador e instrucciones para el control de gestión de energía como firmware o instrucciones almacenadas
20 en una memoria acoplada al procesador.

Algunos ejemplos no limitantes de dicho aparato de comunicación incluyen un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular, un teléfono inteligente), una tableta, una computadora personal (PC) (por ejemplo, una laptop, una computadora de
25 escritorio, una netbook), una cámara (por ejemplo, una cámara

digital de fotos/video), un reproductor digital (por ejemplo, un reproductor de audio/video), un dispositivo portable (por ejemplo, una cámara portable, un reloj inteligente, un dispositivo de rastreo), una consola de juegos, un lector de
5 libros digitales, un dispositivo de cuidado de la salud a distancia/médico a distancia (salud y medicina a distancia), y un vehículo que proporciona funcionalidad de comunicación (por ejemplo, automotriz, aeronave, barco), y varias combinaciones de los mismos.

10 El aparato de comunicación no se limita a portable o móvil, y también puede incluir cualquier tipo de aparato, dispositivo o sistema que no es portable o que es estacionario, tal como un dispositivo de hogar inteligente (por ejemplo, un aparato eléctrico, iluminación, un medidor inteligente, un panel de
15 control), una máquina expendedora, y cualquier otra "cosa" en una red de una "Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés)". La comunicación puede incluir el intercambio de datos a través de, por ejemplo, un sistema celular, un sistema de LAN inalámbrico, un sistema satelital, etc., y varias combinaciones
20 de los mismos.

El aparato de comunicación puede comprender un dispositivo tal como un controlador o un sensor que se acopla a un dispositivo de comunicación que realiza una función de comunicación descrita en la presente descripción. Por ejemplo,
25 el aparato de comunicación puede comprender un controlador o un

sensor que genera señales de control u otras señales de datos que son utilizadas por un dispositivo de comunicación que realiza una función de comunicación del aparato de comunicación.

El aparato de comunicación también puede incluir una
5 instalación de infraestructura, tal como una estación base, un punto de acceso, y cualquier otro aparato, dispositivo o sistema que se comunica con o controla aparatos tales como aquellos en los ejemplos no limitantes proporcionados en la presente.

Aunque las modalidades de ejemplo se han presentado en la
10 descripción detallada de la invención antes mencionada, debe apreciarse que existe un gran número de variaciones. Debe apreciarse también que las modalidades de ejemplo son solo ejemplos, y no pretenden limitar de ninguna manera el alcance, la aplicabilidad, la operación, o la configuración de la
15 presente descripción. Más bien, la descripción detallada antes mencionada proporcionará a aquellos con experiencia en la técnica un mapa de rutas convenientes para implementar modalidades de ejemplo, entendiéndose que pueden hacerse varios cambios en la función y disposición de la red y/o el aparato
20 transceptor de UE descritos en las modalidades de ejemplo sin alejarse del alcance de la presente descripción como se establece en las reivindicaciones anexas.

Otras modalidades de ejemplo incluyen, pero no se limitan a los siguientes ejemplos:

25 Un aparato de comunicación que comprende: un receptor, el

cual, al operar, recibe información de configuración para la BFR de una pluralidad de SCells que operan en una red; y circuitos, los cuales, al operar, realizan la BFD y reportan con base en la información de configuración.

5 Con respecto a la modalidad de ejemplo, la información de configuración incluye una lista de CCs.

Con respecto a la modalidad de ejemplo, la BFD se realiza con base en al menos uno de: (1) un número de la pluralidad de SCells que se han identificado como una falla dentro de un grupo

10 $(s_{bf}) \geq$ un umbral (n_{min}) , en donde n_{min} es un número mínimo de la pluralidad de SCells que tienen una condición de falla dentro del grupo; o (2) una suma de las BFIIIs de las SCells dentro de un grupo $(M) \geq$ un umbral $(N_{g_{max}})$, en donde $M = \sum_{i=1}^n N_i$, N_i es un valor de la BFII en la i ésima SCell, n es un número de las SCells en

15 el grupo, y $N_{g_{max}}$ es un número máximo de las BFIIIs de las SCells dentro del grupo.

En relación con la modalidad de ejemplo, el umbral (n_{min}) se fija (previamente) como uno, está configurado además para contar las BFIIIs para cada una de las SCells dentro del grupo y

20 declarar una falla de haz (BF) del grupo si cualquiera de las SCells dentro del grupo se identifica con una falla.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, el umbral (n_{min}) se fija (previamente) como más de uno, está configurado además para contar las BFIIIs para detectar una BF de cada una de las SCells

25 dentro del grupo, y declarar que las SCells dentro del grupo

están en una condición de falla cuando $s_{bf} \geq n_{min}$.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, el umbral (n_{min}) se indica de manera flexible por medio de una información de control dependiendo de la capacidad del aparato de comunicación que
 5 incluye una señalización de capa superior o una indicación de control de enlace descendente.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, N_{max}^g es un valor previamente fijado.

Con respecto a la modalidad de ejemplo, N_{max}^g es un valor
 10 flexible indicado por medio de información de control dependiendo de la capacidad del aparato de comunicación que incluye una señalización de capa superior o una indicación de control de enlace descendente.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, se indica un método
 15 basado en n_{min} o N_{max}^g para realizar la BFD para cada grupo.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, la información de configuración incluye un identificador de grupo que comprende una identidad de grupo (ID), un índice de CC indicado, o un orden de índices de configuración para cada grupo.

20 De acuerdo con la modalidad de ejemplo, las indicaciones de la información de configuración se señalan con base en al menos uno de los siguientes: a través de una regla (previamente) configurada, una información de control a través de al menos un PDCCH DCI, un MAC CE o un mensaje de RRC.

25 De acuerdo con la modalidad de ejemplo, el reporte de BF

incluye al menos el identificador de grupo para cada grupo indicado por la información de configuración.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, el aparato de comunicación está configurado además para proporcionar nueva
5 información de haz que incluye un índice de CC, un parámetro espacial de Rx, y un AoA.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, la información de configuración incluye al menos una SCell indicada para realizar la BFD y reportar para cada grupo individual, en donde solo
10 la(s) SCell(s) indicada(s) pueden configurarse con señales de referencia de BFD explícita o implícitamente.

De acuerdo con la modalidad de ejemplo, si un número de grupos con fallas es mayor que el de grupos útiles al mismo tiempo, el aparato de comunicación reporta los identificadores
15 de los grupos útiles; de lo contrario el aparato de comunicación reporta los grupos con fallas.

Otra modalidad de ejemplo es un método de comunicación que comprende: recibir, en un aparato de comunicación, información de configuración para la BFR de múltiples SCells que operan en
20 una red; y realizar, por medio del aparato de comunicación, la BFD y reportar con base en la información de configuración.

Aunque las modalidades de ejemplo se han presentado en la descripción detallada antes mencionada de la presente invención, debe apreciarse que existe un gran número de variaciones. Debe
25 apreciarse también que las modalidades de ejemplo son solo

ejemplos, y no pretenden limitar de ninguna manera el alcance, la aplicabilidad, la operación, o la configuración de la descripción. Más bien, la descripción detallada antes mencionada proporcionará a aquellos con experiencia en la técnica un mapa de rutas convenientes para implementar modalidades de ejemplo de la descripción, entendiéndose que pueden hacerse varios cambios en la función y disposición de los pasos y el método de operación descritos en las modalidades de ejemplo sin alejarse del alcance de la descripción como se establece en las reivindicaciones anexas.