

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 196**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/022** (2007.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04B 7/08** (2006.01)

**H04B 17/309** (2015.01)

**H04B 17/17** (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2019 PCT/FI2019/050626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2020 WO20049216**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2019 E 19857102 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024 EP 3847770**

54 Título: **Facilitar la recuperación eficiente de haz de múltiples haces**

30 Prioridad:  
**07.09.2018 US 201862728177 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.02.2025**

73 Titular/es:  
**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.00%)  
Karakaari 7  
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:  
**KOSKELA, TIMO;  
KAIKKONEN, JORMA;  
HAKOLA, SAMI-JUKKA;  
TURTINEN, SAMULI;  
KARJALAINEN, JUHA y  
ENESCU, MIHAI**

74 Agente/Representante:  
**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 998 196 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Facilitar la recuperación eficiente de haz de múltiples haces

5 **Campo técnico**

Esta descripción se refiere a un sistema de comunicación móvil de la nueva radio (NR) 5G para bandas de radiofrecuencia (RF) superiores a 6 GHz, pero no se limita a un sistema de este tipo. Más específicamente, esta descripción se refiere a la recuperación de haces en un entorno de múltiples haces y, en particular, a la recuperación de fallos de haces de enlace ascendente.

**Antecedentes**

La presente invención se refiere al diseño de la capa física de la nueva radio (NR) de 3GPP. Más específicamente, la atención se centra en la operación de NR en las bandas de ondas cm y mm, en general, bandas por encima de 6 GHz. Una característica típica de la operación de ondas cm y ondas mm es el acceso basado en haces, donde tanto un gNB como un UE operan usando haces de transmisión y recepción más estrechos que los haces omnidireccionales y sectoriales, respectivamente, debido a la alta ganancia de matriz requerida para compensar una mayor pérdida de trayectoria, pero también debido a las restricciones tecnológicas que favorecen las arquitecturas de amplificadores de energía (PA) distribuidos.

El uso de haces estrechos en ambos extremos de los enlaces entre el gNB y el UE mejora el presupuesto del enlace, pero, como consecuencia, los enlaces son más sensibles al bloqueo y, por lo tanto, se necesitan procedimientos y métodos específicos para permitir la realineación rápida o el restablecimiento de un par de haces entre el gNB y el UE. Uno de los procedimientos más importantes de este tipo es la recuperación de haces - un procedimiento en el que se detecta un fallo de haz y se establece un nuevo enlace de pares de haces sin necesidad de declarar un fallo de enlace de radio. A continuación, se revisa el estado actual de la técnica relacionado con la recuperación de haces.

## 1. RS de detección de fallos de haz

La red puede configurar el UE con un conjunto de señales de referencia (RS) para monitorizar la calidad de un enlace. El conjunto de señales de referencia puede denominarse  $q_0$  o señales de referencia de detección de fallo de haz (BFD-RS). Típicamente, las BFD-RS están configuradas para estar cuasicubicadas espacialmente (QCL) con las señales de referencia de demodulación (DMRS) del canal físico de control de enlace descendente (PDCCH), es decir, estas señales de referencia corresponden a los haces de enlace descendente usados para transmitir el PDCCH. Los haces de enlace descendente se identifican mediante una señal de referencia, ya sea el índice de bloque de canal físico de difusión de señal de sincronización (SS/PBCH o SSB) o el índice de recursos de señal de referencia de información de estado de canal (CSI-RS). El bloque SS/PBCH puede comprender señales de sincronización tales como PSS y SSS (señales de sincronización primarias y secundarias) y PBCH (canal físico de difusión) que incluyen PBCH-DMRS (señales de referencia de demodulación). La red puede configurar la lista de señales de referencia de detección de fallo de haz (BFD-RS) usando la señalización de control de recursos de radio (RRC) o puede ser posible definir una forma de usar la señalización combinada de RRC + elemento de control (CE) de control de acceso al medio (MAC), donde las señales configuradas de RRC específicas se activan usando un CE de MAC. Cuando el UE no está configurado explícitamente con una lista de BFD-RS, determina los recursos de BFD-RS basándose implícitamente en los estados de indicación de configuración de transmisión (TCI) de PDCCH configurados, indicados o activados por CORESET (conjunto de recursos de control, conjunto de recursos físicos usados para transmitir el canal de control de enlace descendente), es decir, las señales de referencia de enlace descendente (CSI-RS, bloque de SS/PBCH) que se aplica QCL con la DMRS de PDCCH o, en otras palabras, haces de PDCCH. En general, cuando dos señales diferentes comparten el mismo tipo de QCL, comparten las mismas propiedades indicadas. Como ejemplo, las propiedades de QCL pueden ser, por ejemplo, la dispersión de retardo, el retardo promedio, la dispersión Doppler, el desplazamiento Doppler y la RX espacial. QCL tipo A significa dispersión Doppler, desplazamiento Doppler, dispersión de retardo y/o retardo promedio, y QCL tipo D significa RX espacial. Como ejemplo, el TS 38.214 actual enumera los siguientes tipos de QCL:

- 'QCL-TipoA': {Desplazamiento Doppler, dispersión Doppler, retardo promedio, dispersión de retardo};
- 'QCL-TipoB': {Desplazamiento Doppler, dispersión Doppler};
- 'QCL-TipoC': {Desplazamiento Doppler, retardo promedio};
- 'QCL-TipoD': {Parámetro Rx espacial}.

Como ejemplo adicional, si una CSI-RS y un SSB tienen la suposición de QCL de tipo D entre sí, significa que el UE puede utilizar el mismo filtro espacial de RX (haz) para recibir estas señales.

## 2. Declaración de fallo de haz

La capa física evalúa periódicamente la calidad del enlace de radio basándose en la BFD-RS en el conjunto de  $q_0$ . Típicamente, se evalúa todo el conjunto de  $q_0$ , pero la evaluación de la calidad del enlace también puede limitarse a las RS que tienen aplicadas QCL con DMRS de PDCCH. La evaluación se hace por BFD-RS y, cuando se considera que la condición de enlace de radio de cada BFD-RS en el conjunto de detección de fallos de haz está en estado de fallo, es decir, la hipotética tasa de errores de bloque (BLER) de PDCCH estimada usando la RS está por encima de un umbral configurado, se proporciona una indicación de instancia de fallo de haz (BFI) a una capa superior (MAC). Un ejemplo de un valor umbral de BLER puede ser el umbral de desincronización (OOS) usado para la monitorización de enlace de radio OOS/Qout = 10 %. La evaluación y la indicación se realizan periódicamente. En caso de que al menos una BFD-RS no esté en estado de fallo, no se proporciona indicación a la capa superior.

La capa de MAC implementa un contador para contar las indicaciones de BFI de la capa física (PHY) y, si el contador de BFI cumple un valor máximo configurado por la red, se declara un fallo de haz. El contador se puede configurar para que sea supervisado por un temporizador: cada vez que MAC recibe una indicación de BFI de una capa inferior, se inicia un temporizador. Una vez que el temporizador expira, se restablece el contador de BFI; es decir, el valor de contador se establece a cero.

### 3. Lista de RS (haz) candidatas

La red puede proporcionar al UE una lista de RS candidatas para la recuperación que se puede indicar mediante señales especializadas. Las mediciones de la energía recibida de la señal de referencia de capa 1 de haz candidato (L1-RSRP) pueden proporcionarse a la capa de MAC, que realiza la selección de un nuevo candidato y determina los recursos de enlace ascendente para indicar el nuevo candidato a la red. La red puede configurar el UE con recursos de señalización especializados, tales como recursos de canal físico de acceso aleatorio (PRACH), que son específicos de haz candidato; es decir, el UE puede indicar el nuevo candidato enviando un preámbulo. Este conjunto de haces candidatos o señales de referencia correspondientes a los haces candidatos puede denominarse conjunto de  $q_1$ .

### 4. Solicitud de recuperación de fallo de haz

Se inicia un procedimiento de recuperación de fallo de haz cuando el UE ha declarado un fallo de haz y ha detectado un haz o haces nuevos candidatos basándose en las mediciones de capa física, tales como las mediciones de L1-RSRP en las señales de referencia de enlace descendente (CSI-RS/SSB). Una señal especializada, tal como una de la agrupación de PRACH, que puede denominarse recurso de BFR o recurso de acceso aleatorio sin contención (CFRA), aunque ha de tenerse en cuenta que, el procedimiento de recuperación de haz difiere ligeramente de un procedimiento de acceso aleatorio (RA) en lo que respecta a la respuesta del gNB a la recepción del preámbulo, está configurado por RS candidata en la *lista de RS de haces candidatos ( $q_1$ )*. Se puede configurar un umbral específico de modo que, cuando cualquiera de los nuevos candidatos, basándose en las mediciones de L1-RSRP, esté por encima del umbral, pueda indicarse usando una señal especializada (conjunto de recursos en el conjunto  $q_1$ ). El UE selecciona un haz candidato de ese conjunto y, en caso de que no haya haces por encima del umbral configurado, el UE utiliza la señalización basada en contención para indicar el nuevo candidato, donde los recursos de preámbulo de acceso aleatorio basado en contención (CBRA) se asignan a RS de enlace descendente específicos.

El UE monitoriza la respuesta de red a BFRR/BFRQ (solicitud de recuperación de fallo de haz), durante la ventana de respuesta de recuperación de haz, que es similar a una ventana de respuesta de acceso aleatorio (RAR), usando la misma alineación del haz, es decir, la misma dirección de haz que se usó para el transmisor (TX) se usa para el receptor (RX), para transmitir la señal de recuperación; espera que la red proporcione la respuesta usando un haz que esté espacialmente con QCL aplicado con la señal de referencia de enlace descendente indicada. Aún no se ha definido un caso en el que esta correspondencia no se mantenga.

En el caso de la señalización sin contención usada para propósitos de recuperación de haces, el UE espera que la red responda al UE usando un identificador temporal de red de radio celular (C-RNTI) en lugar del identificador temporal de red de radio de acceso aleatorio (RA-RNTI) cuando se usa un procedimiento de acceso aleatorio sin contención (CFRA). Para la BFR de CFRA, el UE monitoriza el PDCCH (para C-RNTI y el formato de DCI específico) basándose en una configuración de espacio de búsqueda especializada. Esto se conoce como BFR de espacio de búsqueda. La configuración de espacio de búsqueda determina, por ejemplo, el patrón de monitorización de PDCCH para el CORESET asociado. BFR de espacio de búsqueda únicamente se monitoriza durante la ventana de respuesta de red/gNB, después de la transmisión de CFRA para BFR. En caso de que se usen recursos de CBRA para la recuperación de fallo de haz, el UE espera actualmente una respuesta como lo hace normalmente en el procedimiento de RA. El procedimiento de CBRA actualmente no indica explícitamente que el procedimiento de RA sea para la recuperación de fallo de haz (puede determinarlo la red, por ejemplo, basándose en la ID de UE); puede ser posible definir la señalización para indicar la BFRR durante el procedimiento de CBRA. Esto también puede alterar el procedimiento de recuperación de CBRA, por ejemplo, en términos de respuesta de red a la BFRR.

### 5. Marco de TCI

En el enlace descendente, se define un denominado marco de TCI para proporcionar información acerca de los haces de TX que se van a usar y, en correspondencia, ayudar al UE a configurar su haz de recepción apropiadamente cuando recibe la transmisión de enlace descendente. El UE puede configurarse con uno o múltiples estados de TCI, donde cada estado de TCI por encima de 6 GHz tiene una señal de referencia asociada que proporciona un parámetro de tipo D de cuasicubicación (QCL tipo D). El QCL tipo D se define para proporcionar las características del dominio espacial de la RS. La señal de referencia asociada puede ser un bloque de SS/PBCH o CSI-RS. Para el PDCCH, el UE puede tener un estado de TCI activo por CORESET - el UE puede configurarse para hasta 3 CORESET - y, para el PDSCH, el UE puede tener hasta ocho (8) estados de TCI activos que representan ocho (8) haces candidatos de los que el gNB puede seleccionar uno dinámicamente a través de la información de control de enlace descendente (DCI) para la transmisión de DL planificada. Los diferentes estados de TCI pueden representar haces TX de diferentes puntos de transmisión/recepción (TRP) de la célula.

Sin embargo, se ilustra esquemáticamente una situación problemática en la Figura 1, donde el UE 110 está en el área de cobertura de tres puntos 112, 114, 116 de transmisión/recepción de la misma célula. Los puntos de transmisión 112, 114, 116 pueden pertenecer alternativamente a diferentes células. El UE 110 tiene un enlace 118, 120, 122 de par de haces de DL a cada uno de los puntos 112, 114, 116 de transmisión/recepción, pero únicamente un enlace 124 de UL hacia el punto 114 de transmisión/recepción. En lo que respecta al enlace ascendente, este es el caso típico ya que, aunque el UE puede configurarse para múltiples recursos de canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH), la información de relación espacial configurada para ellos, es decir, un haz de transmisión, es la misma. Esto se debe a que los múltiples recursos de PUCCH se definen para permitir la flexibilidad para la asignación de recursos de PUCCH, pero no para permitir el uso del PUCCH de múltiples haces.

Actualmente, en la radio nueva (NR), la detección y recuperación de fallos de haz únicamente considera los fallos de enlace descendente, es decir, los fallos de PDCCH; el fallo de enlace ascendente no se determina explícitamente. Además, en NR, determinar la indicación de una instancia de fallo de haz a una capa superior mediante L1 requiere que todas las BFD-RS (en el conjunto de  $q_0$ ) estén en estado de fallo y, por lo tanto, la dirección de UL no se considera explícitamente y, por lo tanto, no se especifica ninguna señalización o mecanismo. Además, el fallo parcial del haz, donde únicamente los subconjuntos de BFD-RS están en estado de fallo, no se considera en las especificaciones de NR actuales.

En el escenario de ejemplo mostrado en la Figura 1, cuando el enlace hacia el TRP n.º B 114 falla, es decir, cuando tanto el enlace 120 de DL como el enlace 124 de UL fallan, el UE no activa ninguna recuperación de fallo del haz, ya que se considera que los otros enlaces no están fallando. En caso de que el enlace fallido hubiera sido, por ejemplo, el TRP n.º A 112, el UE 110 podría indicar el fallo de enlace parcial usando la señalización de UL en el enlace de UL 124.

Sin embargo, dado que el enlace B tiene el único enlace de UL 124 configurado para el UE 110, se debe declarar el fallo e iniciar el procedimiento de recuperación.

El UE 110 puede determinar el fallo de haz de enlace ascendente, en caso de reciprocidad de enlace, determinando la calidad de enlace en la RS de DL (SSB/CSI-RS).

Esta situación problemática no se considera ni en TS 38.213 de 3GPP ni en TS 38.321 de 3GPP.

Además, como se ilustra en la Figura 2, ciertos haces de RS 202, 204 (DL) podrían bloquearse por el cuerpo de una persona con el UE 206 entre el haz de TX y el de RX correspondiente (UE). Dependiendo de las condiciones de propagación, estos haces aún podrían tener una buena RSRP observada, incluso suponiendo una pérdida de 3 dB en el cuerpo, lo que da como resultado una estimación de pérdida de trayectoria (PL) baja. Debido a que el UE requiere MPR (reducción máxima de energía) y P-MPR (reducción máxima de energía de gestión de energía) adicionales para cumplir con los requisitos relacionados con las emisiones, tales como los requisitos de absorción de energía electromagnética, el PL real alcanzable para una asignación de recursos de UL dada se reducirá en comparación con el nivel que podría estimarse basándose en la RSRP de DL. Esto podría, junto con la pérdida de cuerpo, dar como resultado un fallo en el haz de UL 208.

Debe entenderse, tanto anteriormente como en el análisis que sigue, que el término “gNB” debe entenderse en el sentido de “nodo de red”. El término “gNB” se usa para indicar un nodo de red en 5G. Sin embargo, debe entenderse que la presente invención, como se describe a continuación, no está limitada a 5G, sino que puede aplicarse a otras generaciones que aún no se han desarrollado. Como consecuencia, “gNB” debe entenderse más ampliamente como un nodo de red. El documento R1-1803637 de Huawei, HiSilicon, es una contribución a la recuperación de fallo de haz. Propone que un UE se puede configurar, para una célula de servicio, con un conjunto  $q_0$  de índices de configuración de recursos de CSI-RS periódicos mediante el parámetro de capa superior *Beam-Failure-Detection-RS-ResourceConfig* y con un conjunto  $q_1$  de índices de configuración de recursos de CSI-RS y/o índices de bloque de SS/PBCH mediante el parámetro de capa superior *Candidate-Beam-RS-List* para mediciones de calidad de enlace de radio en la célula de servicio. Cada recurso de CSI-RS periódico que se mapea uno a uno a cada CORESET dentro del conjunto  $q_0$  tiene la misma suposición de QCL espacial con el estado de TCI del CORESET correspondiente.

**Resumen**

La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjuntas.

5 En un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método según la reivindicación 1.

En un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato según la reivindicación 5.

**Breve descripción de los dibujos**

10 Lo anterior y otros aspectos de estas enseñanzas se hacen más evidentes en la siguiente descripción detallada, cuando se lee junto con las figuras de los dibujos adjuntos.

15 La Figura 1 ilustra esquemáticamente una situación problemática abordada por la presente invención.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente una segunda situación problemática abordada por la presente invención.

20 La Figura 3 muestra es un diagrama en bloque simplificado de cierto aparato según diversas realizaciones ilustrativas de la presente invención.

La Figura 4 muestra parte de otra red de radio ilustrativa.

25 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por un equipo de usuario según la presente descripción.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por una estación base según la presente descripción.

**Descripción detallada**

30 La presente invención se refiere a métodos y procedimientos para la detección y recuperación de fallo de haz de enlace ascendente.

35 Según la presente invención, la red, específicamente un gNB, configura una señal sin de contención/especializada para indicar la recuperación de fallo de haz de enlace ascendente. La señal de CFRA corresponde a al menos un enlace con únicamente enlace descendente, es decir, un estado de TCI activo para PDCCH o PDSCH.

40 La transmisión de la señal de CFRA por el UE indica a la red (gNB) tanto el fallo de UL como el nuevo candidato de UL que corresponde al estado de TCI, es decir, una señal de referencia, para el PDCCH o una señal de referencia con un parámetro de QCL tipo D espacial del estado de TCI activado para la recepción de PDCCH. Alternativamente, el propio gNB puede detectar que el UL ha fallado.

45 El estado de TCI activado para la recepción de PDCCH, cuya señal de referencia no se usa para el PUCCH como información de relación espacial, que comprende una señal de referencia para determinar el haz de TX de UL (se usa la misma RS de DL que la RS de fuente espacial), puede mapearse con un enlace de recuperación de UL asociado. En una alternativa, el estado de TCI para el PDCCH (o la señal de referencia) puede usarse como información de relación espacial para la transmisión de PUSCH, pero no para el PUCCH, por lo que únicamente el canal de datos se mapea a tal enlace ascendente. Este también puede ser un criterio para priorizar qué enlace existente se considera que es un nuevo haz de UL candidato (tal como para la transmisión de canal de control) por un UE. En un ejemplo, cuando un UE determina que se ha producido un fallo en el haz de enlace ascendente y evalúa los enlaces que puede indicar con la señalización de CFRA o CBRA para su recuperación, puede priorizar los enlaces que tienen el PUSCH mapeado. La selección de enlace también puede tener en cuenta otros parámetros tales como la calidad de RS de DL (RSRP, RSRQ, SINR, BLER de PDCCH hipotética) asociada con la señal de CFRA o CBRA especializadas. Las señales de CFRA y/o CBRA pueden mapearse con señales de CSI-RS y/o SSB. Se pueden usar múltiples métricas en conjunto para evaluar, tal como RSRP y SINR/BLER. Como ejemplo, en primer lugar, se evalúa a los candidatos basándose en la RSRP y los mejores candidatos se estiman con una métrica basada en BLER. Además, se puede tener en cuenta la reducción de energía de UL. En un ejemplo, puede ser posible utilizar un marco de estado de TCI similar, como se usa para el PDCCH/PDSCH, para indicar la asociación de QCL de DMRS de PUCCH/PUSCH a una RS de enlace descendente específica (SSB, CSI-RS); por lo tanto, el estado de TCI indicaría un haz de PUCCH y/o PUSCH. También, en la indicación de haz basada en TCI (enlace ascendente o enlace descendente), por ejemplo, una señal específica, tal como SSB, puede no indicarse directamente como estado de TCI para el PDCCH, sino que puede indicarse a través de la configuración de TRS (señal de referencia de seguimiento); es decir, el SSB puede configurarse como una señal de TRS y la TRS puede indicarse como un estado de TCI activo para el PDCCH. De manera similar, una señal de CSI-RS también puede indicarse indirectamente como un estado de TCI activo; es decir, la CSI-RS está configurada como señal de TRS y, en la configuración de TCI, la TRS se indica como estado de TCI activo.

Para determinar el fallo de haz de UL, se pueden usar diversas formas. Para recuperar el fallo de haz de enlace descendente o el fallo del enlace ascendente, se pueden aplicar diferentes condiciones de activación. En un ejemplo, si el fallo de DL se determina usando el conjunto de  $q_0$ , el fallo de UL puede estimarse usando el conjunto de  $q_{0\text{enlace ascendente}}$  que contiene la RS respectiva a la estimación de fallo de haz de UL. La condición de fallo de estos conjuntos se puede determinar de forma independiente, y se pueden activar diferentes señales de conjunto para su recuperación dependiendo del conjunto que se haya estimado que está en fallo. Como ejemplo, se puede usar un conjunto específico de señales (CFRA) para indicar el fallo de haz de DL (y también el nuevo haz candidato) y el UL. En el caso de UL, las señales de CFRA, como se describe en el presente documento, pueden mapearse con señales de referencia correspondientes a los estados de TCI para PDCCH o PDSCH (o PUSCH). La indicación de fallo puede configurarse o especificarse para que se indique por conjunto de condiciones  $q_0$  ( $q_0$  o  $q_{0\text{enlace ascendente}}$ ) Cuando se considera que todas las RS del conjunto están en estado de fallo, L1 proporciona la indicación a las capas superiores, tal como la MAC. La capa de MAC puede ejecutar su propio contador de instancias de fallo para cada conjunto ( $q_0$  o  $q_{0\text{enlace ascendente}}$ ) para determinar qué tipo de fallo se ha producido y qué señales activan la recuperación; es decir, la CFRA para la recuperación de UL únicamente se puede activar cuando se ha declarado un fallo de haz de UL. En una alternativa, podría ser suficiente activar una indicación de fallo de UL (parcial) en el UL (si el UE tiene múltiples UL y uno en el que el UL falla) que no está en estado de fallo.

Cuando el UE declara un fallo del haz de enlace ascendente, es decir, por ejemplo, cuando se considera que todos los enlaces que se usan para el UL (PUCCH y/o PUSCH) han fallado basándose en las mediciones en la RS de enlace descendente que indican que la condición de enlace de UL está por debajo del umbral de calidad o que la RS de DL no se recibe/detecta, suponiendo la reciprocidad de haz de DL/UL, el UE inicia el BFR enviando msg1, que es un preámbulo de CFRA especializado para la recuperación de fallo de UL.

- UE msg1: El UE determina seleccionar uno de los estados de TCI activos para el PDCCH e indicarlo usando la señal de CFRA específica de PDCCH de estado de TCI. O, en términos más generales, selecciona un candidato del conjunto de  $q_{1\text{enlace ascendente}}$  (esto se refiere al conjunto de haces candidatos, RS de DL, que se pueden indicar usando señales de CFRA).

- El UE asume que la referencia espacial para la respuesta de gNB es el estado de TCI activo para el PDCCH que corresponde a la señal configurada; puede o no tener una relación espacial con la transmisión de msg1; es decir, las señales de CFRA que indican un enlace candidato específico para el nuevo haz de control de UL no necesitan tener correspondencia con el estado de TCI indicado para el PDCCH, ya que la señal puede llevar esta información de forma implícita a través de la configuración.

- respuesta de gNB: En caso de fallo de UL, la respuesta del gNB en un enlace de PDCCH específico (o estado de TCI) puede considerarse como la nueva información de relación espacial, es decir, la señal de referencia para determinar el haz de TX, para el PUCCH. La respuesta de gNB puede ser simplemente un mensaje de DCI (que puede indicar una concesión de DL o UL) transmitido usando el C-RNTI.

- Alternativamente, el gNB puede responder usando un comando o indicación de redireccionamiento a un enlace alternativo después de que el UE haya indicado la BFR de UL y haya recibido una respuesta; se requiere que el UE realice un procedimiento de CFRA adicional al enlace alternativo indicado por el gNB para la recuperación de fallo de haz de UL.

En algunas realizaciones, la activación del conocimiento del fallo de haz de enlace ascendente podría basarse únicamente en un nivel/calidad observado en una RS de enlace descendente, tal como el valor umbral para la RSRP, la relación de señal a interferencia y ruido (SINR) y el nivel de energía. En realizaciones alternativas, la declaración de fallo del haz de enlace ascendente podría basarse alternativa o adicionalmente en parámetros relacionados con el enlace ascendente.

- Por ejemplo, si el UE determina que el margen de energía (PHR) disponible caería por debajo de un cierto umbral, por ejemplo, tal como debido a MPR, el UE podría declarar un fallo del haz de enlace ascendente.

- En otros ejemplos, el fallo de haz de enlace ascendente de UE podría basarse en un cambio en la MPR requerida, superar cierto umbral, y declarar el fallo de haz de enlace ascendente o determinar que un haz de enlace ascendente está en estado de fallo e indicar el caso de fallo a las capas superiores descritas en el presente documento.

En un ejemplo, el enlace de UL (por ejemplo, basándose en las mediciones en la RS de DL) puede estar en una condición de no fallo, cuando no se tiene en cuenta la MPR, pero cuando se usa la MPR para calcular la energía de transmisión disponible para dirección de UL específica, un haz de UL, se puede considerar que el enlace está en estado de fallo. Por lo tanto, en este caso, la medición en la RS de DL en solitario no provocaría que el enlace de UL estuviera en estado de fallo, pero junto con la reducción de la energía de transmisión, el enlace está en estado de fallo. En un aspecto de la presente invención, el UE puede cambiar entre CFRA y CBRA para la recuperación de haz de UL. Específicamente, en un aspecto de la invención, el UE puede determinar los candidatos de recuperación de

UL basándose en los límites de emisión potenciales para la dirección de UL. En caso de que el UE no se requiera/no tenga en cuenta los límites de emisión, evalúa a los candidatos basándose solamente en la calidad de señal de DL.

5 - En caso de que los enlaces de haz de DL actuales (que el UE puede usar para indicar un candidato de recuperación usando una señal de CFRA) no puedan proporcionar una calidad de señal suficiente para la comunicación de UL, el UE cambia a CBRA para indicar un fallo de UL. Tales límites de emisión también pueden usarse para evaluar candidatos que pueden indicarse usando CBRA.

10 - El umbral de calidad de señal tiene en cuenta la calidad de señal de DL del enlace de UL candidato, donde los enlaces de UL candidatos de prioridad son los enlaces de DL actuales usados para PDCCH, con el retroceso de energía potencial para la dirección de enlace de UL; es decir, las señales de CFRA pueden usarse cuando la calidad de señal del enlace candidato está por encima del nivel umbral específico (SINR, RSRP, RSRQ o por debajo del umbral de BLER de PDCCH/PUCCH hipotético o similar), y se tiene en cuenta la reducción de energía requerida cuando se evalúa el enlace contra el umbral. En un ejemplo, cuando se configuran múltiples señales de CFRA y la medición de las RS de DL asociadas está por encima del umbral, teniendo en cuenta la reducción/retroceso de energía de UL para estimar la calidad de enlace de UL, el UE puede seleccionar una de las señales o seleccionar la más alta por encima del nivel umbral (o por debajo en caso de que la BLER sea una métrica). De manera similar, en general, cuando el UE está evaluando los enlaces (o haces) candidatos para la recuperación de fallo de haz ( $q_0$  o  $q_{0\text{enlace ascendente}}$ ), puede tener en cuenta la reducción/retroceso de energía de UL cuando evalúa los haces candidatos (cuya RS de enlace descendente se indicaría mediante señales de CFRA/CBRA).

25 En otro aspecto de la presente invención, el gNB puede activar la recuperación de UL. Específicamente, si el gNB determina un fallo de haz de UL, tal como no recibiendo una señal (PUCCH/PUSCH) del UE, puede activar la recuperación de UL mediante un comando de PDCCH específico.

- El comando de PDCCH puede indicar al UE que inicie específicamente la recuperación de haz de UL; en un caso de este tipo, el UE asume que la configuración de DL es la misma e intenta encontrar un nuevo enlace de UL.

30 - La recuperación de UL detectada por el gNB también puede determinarse/iniciarse basándose en la señal de referencia de UL de calidad medida transmitida por el UE, tal como la SRS (señal de referencia de sondeo). La calidad puede evaluarse basándose en la RSRP/RSRQ, la SINR, la BLER de PDCCH/PUCCH hipotética o similares.

35 - En un aspecto, el gNB configura el PDCCH para iniciar la recuperación de UL usando señales de CFRA para al menos un enlace únicamente con DL; alternativamente, la NW puede configurar el UE con un recurso de CFRA correspondiente a todos los enlaces de DL. Para la respuesta del gNB, el UE monitoriza los enlaces de DL existentes (estados de TCI) para la recuperación de enlace ascendente durante la ventana de respuesta. Alternativamente, si la señal de CFRA no se mapea a ninguna RS de DL usada como relación espacial para el estado de TCI activado para el PDCCH, el UE puede monitorizar la respuesta usando el mismo filtro espacial (haz) usado para transmitir la solicitud. Adicional o alternativamente, si se usa el procedimiento de CBRA, el UE determina el filtro de RX espacial para la respuesta de gNB basándose en el filtro espacial de transmisión.

40 - Alternativamente, la ventana de respuesta puede no aplicarse y el UE monitoriza la respuesta de gNB únicamente en los enlaces de DL actuales que no están en una condición de fallo.

45 - Para la respuesta de gNB, el UE puede considerar el nuevo estado de TCI para el PUCCH o el formato de DCI específico transmitido con el C-RNTI.

50 - Adicionalmente, y no específicamente en relación con la recuperación iniciada por gNB, si el UE no puede usar la CFRA para indicar que alguno de los haces de DL (haces de enlace descendente con estado de TCI activado para el PDCCH, el PSDCH o la señal de referencia usada como relación espacial para el PUSCH) es el nuevo UL, cambia a CBRA. En este caso, el UE puede indicar en el mensaje de enlace ascendente, ya sea msg1 (los preámbulos de CBRA se mapean con propósitos de BFR de UL) o msg3 que se trata específicamente de una recuperación para UL. Esto indica a la red que el enlace descendente no está en estado de fallo y, por lo tanto, la reconfiguración del PDCCH/PDSCH puede no ser necesaria debido a un fallo de UL.

55 - Si el UE no puede iniciar el procedimiento de RA, o el procedimiento de RA falla debido al requisito de máxima energía para el UL, puede activar un fallo de enlace de radio, es decir, indicar el fallo de RACH al RRC.

60 En general, una señal de CFRA puede mapearse con un bloque de señales de sincronización (SS) o con señales de CSI-RS. La transmisión de una señal indica la RS de enlace descendente asociada a la red. Las señales de CBRA también pueden mapearse a señales de SSB o CSI-RS. También, en un ejemplo, la CSI-RS puede indicarse usando una señal de CFRA, pero la señal de preámbulo está asociada a SSB (la indicación es a través de la suposición de QCL de CSI-RS y SSB).

65 En caso de fallo de UL parcial, si el UE tiene otro enlace de UL con una configuración de SR/PUCCH, puede indicar el fallo de UL parcial usando una señalización de CE de MAC o PUCCH específica. En este caso, MAC/L1 puede

indicar si un índice de enlace de UL específico, o la RS de DL correspondiente, se encuentra en una condición de fallo desde la perspectiva del UL.

5 En un aspecto, la red puede actualizar la actualización de CFRA para  $q1_{\text{enlace ascendente}}$  (conjunto de señales especializadas para indicar un fallo de haz de UL) cuando se activa la configuración de PDCCH/nuevos estados de TCI de PDCCH. De esta manera, la señal de CFRA se puede configurar para corresponder a la RS de DL del estado de TCI activo para el PDCCH. Alternativamente, si la configuración de señal de CFRA no se actualiza, puede mapearse en secuencia a los enlaces de PDCCH existentes. Es decir, si un UE tiene dos estados de TCI activos para el PDCCH y se enumeran dos señales de CFRA en el conjunto y se activan diferentes estados de TCI, las señales de CFRA se mapean con los nuevos estados de TCI activos, aunque puede que no haya ninguna relación espacial para la RS de DL asociada con la señal de CFRA y el estado de TCI activo. Alternativamente, la relación espacial se fija de manera que la señal de CFRA indica un candidato específico para la recuperación de UL, aunque no corresponde a ningún estado de TCI activo para el PDCCH.

15 En un aspecto de implementación, si la RS de DL correspondiente al PUCCH (o PUSCH) difiere de los estados de TCI de PDCCH activos, el UE puede determinar incluir los índices de recursos de RS de enlace descendente en un conjunto de  $q0_{\text{enlace ascendente}}$  (conjunto de señales de referencia de detección de fallo para el enlace ascendente). En otro aspecto, el UE determina implícitamente incluir la RS de DL en el conjunto de detección de fallos de  $q0_{\text{enlace ascendente}}$  basándose en la configuración de PUCCH de la red (el UE está configurado para el PUCCH con información de relación espacial con la RS de DL). Este conjunto se usa para la detección de fallo de UL. El conjunto de detección de fallos también se puede configurar de forma explícita. El UE también puede determinar incluir la RS de DL correspondiente al canal de PUCCH/PUSCH de manera implícita (basándose en la activación de estado de TCI o cuando se determina el haz de PUCCH basándose en la relación espacial indicada con una RS de DL específica) en  $q0$  o  $q0_{\text{enlace ascendente}}$ . Es decir, la RS de DL específica de enlace ascendente puede ser parte del conjunto de fallos de haz  $q0$ ; en este caso, los haces de DL y UL no se diferencian en la detección de fallo o pueden tener conjuntos separados, denominados como ejemplo  $q0$  y  $q0_{\text{enlace ascendente}}$ . Alternativa o adicionalmente, el UE puede configurarse con dos o más conjuntos para la detección de fallo, donde la detección de fallo se determina por conjunto de señales de referencia de detección de fallo.

30 - La monitorización de fallo de haz se puede realizar por separado en la capa de MAC para la dirección de UL y DL, si los conjuntos de BFD-RS son diferentes ( $q0$  y  $q0_{\text{enlace ascendente}}$ ).

- La capa de MAC determina el fallo de UL o DL (o ambas) e inicia la recuperación.

35 Se puede aplicar un procedimiento diferente (señales o indicaciones diferentes) cuando fallan los enlaces  $q0$  (enlaces de PDCCH) o  $q0_{\text{enlace ascendente}}$  (PUCCH o PUSCH).

40 Se hace referencia ahora a la Figura 3 para ilustrar un diagrama en bloque simplificado de diversos dispositivos y aparatos electrónicos que son adecuados para usarse en la puesta en práctica de una realización ilustrativa de la presente invención. En la Figura 3, una red inalámbrica 301 está adaptada para la comunicación a través de un enlace inalámbrico 311 con un aparato, tal como un dispositivo de comunicación móvil, que se denomina UE 310, a través de un nodo de acceso de red inalámbrica, tal como una estación base o estación de retransmisión o cabecera de radio remota, y mostrado más específicamente como gNodoB (gNB) 312. La red 301 puede incluir un elemento 314 de red, que sirve como puerta de enlace a una red más amplia, tal como una red pública conmutada de teléfono/datos y/o Internet.

45 El UE 310 incluye un controlador, tal como un ordenador o un procesador de datos (DP) 310A, un medio de memoria legible por ordenador incorporado, tal como una memoria (MEM) 310B que almacena un programa de instrucciones informáticas (PROG) 310C y un transmisor y receptor 310D de radiofrecuencia (RF) adecuado para comunicaciones inalámbricas bidireccionales con el gNodoB (gNB) 312 a través de una o más antenas. El gNodoB 312 también incluye un controlador, tal como un ordenador o un procesador de datos (DP) 312A, un medio de memoria legible por ordenador incorporado como una memoria (MEM) 312B que almacena un programa de instrucciones informáticas (PROG) 312C, y un transmisor y receptor 312D de RF adecuados para la comunicación con el UE 310 a través de una o más antenas. El gNodoB 312 está acoplado a través de una trayectoria 313 de datos/control al elemento 314 de red. La trayectoria 313 puede implementarse como una interfaz S1 cuando la red 301 es una red de LTE. El gNodoB 312 también puede estar acoplado a otro gNodoB o a un eNodoB a través de la trayectoria 315 de datos/control, que puede implementarse como una interfaz X2 cuando la red 301 es una red de LTE.

60 Se supone que al menos uno de los PROG 310C y 312C incluye instrucciones de programa que, cuando las ejecuta el DP asociado, permiten que el dispositivo opere según las realizaciones ilustrativas de esta invención. Es decir, las realizaciones ilustrativas de esta invención pueden implementarse al menos en parte mediante software informático ejecutable por el DP 310A del UE 310 y/o por el DP 312A del gNodoB 312, o por hardware, o por una combinación de software y hardware (y firmware).

65 En general, las diversas realizaciones del UE 310 pueden incluir, pero no se limitan a, teléfonos celulares; asistentes digitales personales (PDA) que tienen capacidades de comunicación inalámbrica; ordenadores portátiles con

capacidades de comunicación inalámbrica; dispositivos de captura de imágenes, tales como cámaras digitales, que tienen capacidades de comunicación inalámbrica; dispositivos de juego que tienen capacidades de comunicación inalámbrica; aparatos de almacenamiento y reproducción de música que tienen capacidades de comunicación inalámbrica; y aparatos de Internet que permiten el acceso inalámbrico a Internet y la navegación, así como unidades o terminales portátiles que incorporan combinaciones de tales funciones.

Las MEM 310B, y 312B legibles por ordenador pueden ser de cualquier tipo adecuado para el entorno técnico local y pueden implementarse usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos adecuada, tal como dispositivos de memoria basados en semiconductores, memoria flash, dispositivos y sistemas de memoria magnéticos, dispositivos y sistemas de memoria ópticos, memoria fija y memoria extraíble. Los DP 310A y 312A pueden ser de cualquier tipo adecuado para el entorno técnico local, y pueden incluir uno o más de ordenadores de propósito general, ordenadores de propósito especial, microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP) y procesadores basados en arquitectura de procesador de múltiples núcleos, como ejemplos no limitativos.

Debe tenerse en cuenta que los diversos DP 310A, 312A pueden implementarse como uno o más procesadores/chips, o tanto el UE 310 como el gNodoB 312 pueden incluir más de un transmisor y/o receptor 310D, 312D y, particularmente, el gNodoB 312 puede tener sus antenas montadas de manera remota de los otros componentes del gNodoB 312, tal como, por ejemplo, las antenas montadas en torre.

Se hace referencia ahora a la Figura 4 para ilustrar un diagrama en bloque simplificado de diversos dispositivos y aparatos electrónicos que son adecuados para usarse en la puesta en práctica de otra realización ilustrativa de la presente invención. A continuación, se describirán diferentes realizaciones ilustrativas usando, como ejemplo de una arquitectura de acceso a la que pueden aplicarse las realizaciones, una arquitectura de acceso de radio basada en evolución a largo plazo avanzada (LTE avanzada, LTE-A) o la nueva radio (NR, 5G), sin embargo, sin restringir las realizaciones a una arquitectura de este tipo. Resulta obvio para un experto en la técnica que las realizaciones también pueden aplicarse a otros tipos de redes de comunicaciones que tienen medios adecuados mediante el ajuste de parámetros y procedimientos de manera adecuada. Algunos ejemplos de otras opciones para sistemas adecuados son la red de acceso de radio (UTRAN o E-UTRAN) del sistema de telecomunicaciones móviles universal (UMTS), evolución a largo plazo (LTE, igual que E-UTRA), red de área local inalámbrica (WLAN o Wi-Fi), interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMAX), Bluetooth®, servicios de comunicaciones personales (PCS), ZigBee®, acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), sistemas que usan tecnología de banda ultra ancha (UWB), redes de sensores, redes ad hoc móviles (MANET), y subsistemas multimedia de protocolo de Internet (IMS) o cualquier combinación de los mismos.

La Figura 4 representa ejemplos de arquitecturas de sistema simplificadas que únicamente muestran algunos elementos y entidades funcionales, siendo todos ellos unidades lógicas cuya implementación puede diferir de lo que se muestra. Las conexiones mostradas en la Figura 4 son conexiones lógicas; las conexiones físicas reales pueden ser diferentes. Es evidente para una persona experta en la técnica que el sistema típicamente comprende también otras funciones y estructuras que las mostradas en la Figura 4.

Sin embargo, las realizaciones no están restringidas al sistema que se proporciona como un ejemplo, sino que una persona experta en la técnica puede aplicar la solución a otros sistemas de comunicación proporcionados con las propiedades necesarias.

El ejemplo de la Figura 4 muestra una parte de una red de acceso por radio ilustrativa.

La Figura 4 muestra los dispositivos 400 y 402 de usuario configurados para estar en una conexión inalámbrica en uno o más canales de comunicación en una célula con un nodo de acceso (tal como (e/g)NodoB) 404 que proporciona la célula. El enlace físico desde un dispositivo de usuario a un (e/g)NodoB se denomina enlace ascendente o enlace inverso y el enlace físico desde el (e/g)NodoB al dispositivo de usuario se denomina enlace descendente o enlace directo. Debe apreciarse que, los (e/g)NodoB o sus funcionalidades pueden implementarse usando cualquier entidad de nodo, anfitrión, servidor o punto de acceso, etc., adecuada para un uso de este tipo.

Un sistema de comunicación típicamente comprende más de un (e/g)NodoB, en cuyo caso los (e/g)NodoB también pueden configurarse para comunicarse entre sí a través de enlaces, cableados o inalámbricos, diseñados para este propósito. Estos enlaces se pueden usar con fines de señalización. El (e/g)NodoB es un dispositivo informático configurado para controlar los recursos de radio del sistema de comunicación al que está acoplado. El NodoB también puede denominarse estación base, punto de acceso o cualquier otro tipo de dispositivo de interfaz, incluyendo una estación de retransmisión que puede operar en un entorno inalámbrico. El (e/g)NodoB incluye o está acoplado a transceptores. Desde los transceptores del (e/g)NodoB, se proporciona una conexión a una unidad de antena que establece enlaces de radio bidireccionales con los dispositivos de usuario. La unidad de antena puede comprender una pluralidad de antenas o elementos de antena. El (e/g)NodoB está conectado además a la red central 410 (CN o núcleo de la próxima generación NGC). Dependiendo del sistema, la parte contraria en el lado de la CN puede ser una pasarela de servicio (S-GW, encaminamiento y reenvío de paquetes de datos de usuario), una pasarela de red de paquetes de datos (P-GW), para proporcionar conectividad de los dispositivos de usuario (UE) a redes de paquetes de datos externas, o una mobile management entity (entidad de gestión móvil - MME), etc.

El dispositivo de usuario (también denominado UE, equipo de usuario, terminal de usuario, dispositivo terminal, etc.) ilustra un tipo de aparato al que se atribuyen y asignan recursos en la interfaz aérea y, por lo tanto, cualquier característica descrita en la presente memoria con un dispositivo de usuario puede implementarse con un aparato correspondiente, tal como un nodo de retransmisión. Un ejemplo de un nodo de retransmisión de este tipo es un relé de capa 3 (retransmisión automática) hacia la estación base.

El dispositivo de usuario se refiere típicamente a un dispositivo informático portátil que incluye dispositivos de comunicación móviles inalámbricos que funcionan con o sin un subscriber identification module (módulo de identificación de abonado - SIM), incluyendo, pero sin limitarse a, los siguientes tipos de dispositivos: una estación móvil (un teléfono móvil), un teléfono inteligente, un personal digital assistant (asistente digital personal - PDA), un teléfono, un dispositivo que usa un módem inalámbrico (dispositivo de alarma o de medición, etc.), un ordenador portátil y/o de pantalla táctil, una tableta, una consola de videojuegos, un miniordenador portátil y un dispositivo multimedia. Debe apreciarse que un dispositivo de usuario también puede ser un dispositivo de sólo enlace ascendente casi exclusivo, de los cuales un ejemplo es una cámara o videocámara que sube imágenes o segmentos de vídeo a una red. Un dispositivo de usuario también puede ser un dispositivo que tiene la capacidad de operar en una red del Internet de las cosas (IoT), que es una situación en la que los objetos tienen la capacidad de transferir datos a través de una red sin requerir la interacción de persona a persona o de persona a ordenador. El dispositivo de usuario también puede utilizar la nube. En algunas aplicaciones, un dispositivo de usuario puede comprender un pequeño dispositivo portátil con partes de radio (tal como un reloj, auriculares o anteojos) y el cálculo se lleva a cabo en la nube. El dispositivo de usuario (o, en algunas realizaciones, un nodo de retransmisión de capa 3) está configurado para realizar una o más de las funcionalidades del equipo de usuario. El dispositivo de usuario también puede denominarse unidad de abonado, estación móvil, terminal remoto, terminal de acceso, terminal de usuario o user equipment (equipo de usuario - UE) solo por mencionar algunos nombres o aparatos.

También se pueden aplicar diversas técnicas descritas en la presente memoria a un sistema ciberfísico (CPS) (un sistema de elementos computacionales colaborativos que controlan entidades físicas). Los CPS pueden permitir la implementación y aprovechamiento de cantidades masivas de dispositivos de ICT interconectados (sensores, accionadores, procesadores, microcontroladores, etc.) integrados en objetos físicos en diferentes ubicaciones. Los sistemas ciberfísicos móviles, en los que el sistema físico en cuestión tiene movilidad inherente, son una subcategoría de sistemas ciberfísicos. Los ejemplos de sistemas físicos móviles incluyen robótica móvil y electrónica transportada por seres humanos o animales.

Debe entenderse que, en la Figura 4, los dispositivos de usuario pueden incluir dos antenas. El número de antenas de recepción y/o transmisión puede variar naturalmente según una implementación actual.

De forma adicional, si bien los aparatos se han representado como entidades únicas, se pueden implementar diferentes unidades, procesadores y/o unidades de memoria (no se muestran todos en la Figura 4).

5G permite el uso de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), muchas más estaciones base o nodos que LTE (un denominado concepto de células pequeñas), incluyendo macrositios que operan en cooperación con estaciones más pequeñas y el empleo de una variedad de tecnologías de radio dependiendo de las necesidades del servicio, los casos de uso y/o el espectro disponible. Las comunicaciones móviles 5G soportan una gama amplia de casos de uso y aplicaciones relacionadas, incluyendo el envío por flujo continuo de vídeo, la realidad aumentada, diferentes maneras de compartir datos y diversas formas de aplicaciones tipo máquina (tales como comunicaciones tipo máquina (masivas) (mMTC)), incluyendo la seguridad vehicular, diferentes sensores y control en tiempo real. Se prevé que el 5G tenga múltiples interfaces de radio, concretamente por debajo de 6 GHz, onda cm y onda mm, y que también sea integrable con tecnologías de acceso por radio heredadas existentes, tal como LTE. La integración con LTE puede implementarse, al menos en la fase inicial, como un sistema, donde la macrocobertura es proporcionada por LTE y el acceso de interfaz de radio 5G procede de células pequeñas mediante la agregación a LTE. En otras palabras, se planea que 5G soporte tanto la operatividad inter-RAT (tal como LTE-5G) como la operatividad inter-RI (operatividad de interfaz inter-radio, tal como por debajo de 6 GHz - onda cm, por debajo de 6 GHz - onda mm). Uno de los conceptos que se considera utilizado en las redes 5G es el corte de red, donde se pueden crear múltiples subredes virtuales (instancias de red) independientes y dedicadas dentro de la misma infraestructura para ejecutar servicios que tienen diferentes requisitos de latencia, fiabilidad, rendimiento y movilidad.

La arquitectura actual de las redes LTE está completamente distribuida en la radio y completamente centralizada en la red de núcleo. Las aplicaciones y servicios de baja latencia en 5G requieren un acercamiento del contenido a la radio, lo que conduce a una ruptura local (LBO) y una computación perimetral de acceso múltiple (MEC). 5G permite que la generación de análisis y conocimiento se produzca en la fuente de los datos. Este enfoque requiere el aprovechamiento de recursos que pueden no estar conectados continuamente a una red, tales como ordenadores portátiles, teléfonos inteligentes, tabletas y sensores. MEC proporciona un entorno informático distribuido para alojamiento de aplicaciones y servicios. También tiene la capacidad de almacenar y procesar contenido cerca de los abonados de telefonía móvil para un tiempo de respuesta más rápido. La computación perimetral abarca una amplia gama de tecnologías, tales como redes de sensores inalámbricos, adquisición de datos móviles, análisis de firmas móviles, interconexión en red ad hoc entre pares distribuida cooperativa y procesamiento también clasificables como

computación en la nube/niebla local y computación en cuadrícula/malla, computación de condensación, computación perimetral móvil, *cloudlet*, almacenamiento y recuperación de datos distribuidos, redes autónomas de autorreparación, servicios en la nube remotos, realidad aumentada y virtual, almacenamiento en caché de datos, Internet de las Cosas (conectividad masiva y/o crítica en latencia), comunicaciones críticas (vehículos autónomos, seguridad vial, análisis en tiempo real, control crítico en el tiempo, aplicaciones de salud).

El sistema de comunicación también puede comunicarse con otras redes, como una red telefónica pública conmutada o Internet 412, o utilizar servicios proporcionados por ellas. La red de comunicación también puede ser capaz de soportar el uso de servicios en la nube, por ejemplo, al menos parte de las operaciones de la red de núcleo pueden llevarse a cabo como un servicio en la nube (esto se ilustra en la Figura 4 mediante la “nube” 414). El sistema de comunicación también puede comprender una entidad de control central, o similar, que proporcione instalaciones para que redes de diferentes operadores cooperen, por ejemplo, en la compartición de espectro.

La nube de borde se puede incorporar a la red de acceso por radio (RAN) mediante el uso de virtualización de funciones de red (NFV) y redes definidas por software (SDN). El uso de una nube de borde puede significar que las operaciones del nodo de acceso se realizarán, al menos en parte, en un servidor, host o nodo acoplado operativamente a un cabezal de radio remoto o una estación base que comprende partes de radio. También es posible que las operaciones de nodo se distribuyan entre una pluralidad de servidores, nodos o anfitriones. La aplicación de la arquitectura RAN en la nube permite que las funciones RAN en tiempo real se lleven a cabo en el lado RAN (en una unidad distribuida, DU 404) y que las funciones que no son en tiempo real se lleven a cabo de manera centralizada (en una unidad centralizada, CU 408).

También debe entenderse que la distribución de tareas entre operaciones de red central y operaciones de estación base puede diferir de la de la LTE o incluso no existir. Algunos otros avances tecnológicos que probablemente se utilicen son los macrodatos y todo IP, que pueden cambiar la forma en que se construyen y gestionan las redes. Las redes 5G (o nueva radio, NR) se están diseñando para soportar múltiples jerarquías, donde los servidores MEC se pueden ubicar entre el núcleo y la estación base o NodoB (gNB). Cabe destacar que MEC también se puede aplicar en redes 4G.

5G también puede utilizar comunicación satelital para mejorar o complementar la cobertura del servicio 5G, por ejemplo, proporcionando enlace de retorno. Los posibles casos de uso son proporcionar continuidad de servicio para dispositivos máquina a máquina (M2M) o de Internet de las cosas (IoT) o para pasajeros a bordo de vehículos, o garantizar la disponibilidad del servicio para comunicaciones críticas y futuras comunicaciones ferroviarias/marítimas/aeronáuticas. Las comunicaciones por satélite pueden utilizar sistemas de satélites de órbita terrestre geoestacionaria (GEO), pero también sistemas de satélites de órbita terrestre baja (LEO), en particular, megaconstelaciones (sistemas en los que se despliegan cientos de (nano)satélites). Cada satélite 406 de la megaconstelación puede abarcar varias entidades de red habilitadas para satélites que crean células en tierra. Las células en tierra pueden crearse a través de un nodo 404 de retransmisión en tierra o mediante un gNB ubicado en tierra o en un satélite.

Es evidente para una persona experta en la técnica que el sistema representado es únicamente un ejemplo de una parte de un sistema de acceso por radio y, en la práctica, el sistema puede comprender una pluralidad de (e/g)NodosB, el dispositivo puede tener un acceso a una pluralidad de células de radio y el sistema puede comprender también otros aparatos, tales como nodos de retransmisión de capa física u otros elementos de red, etc. Al menos uno de los (e/g)NodosB o puede ser un (e/g)NodosB doméstico. Además, en una zona geográfica de un sistema de comunicación por radio, puede estar provista una pluralidad de tipos diferentes de células de radio, así como una pluralidad de células de radio. Las células de radio pueden ser macrocélulas (o células paraguas), que son células grandes que normalmente tienen un diámetro de hasta decenas de kilómetros, o células más pequeñas, tales como microcélulas, femtocélulas o picocélulas. Los (e/g)NodosB de la Figura 4 pueden proporcionar cualquier tipo de estas células. Un sistema de radio celular puede implementarse como una red multicapa que incluye varios tipos de células. Típicamente, en redes multicapa, un nodo de acceso proporciona un tipo de célula o células y, por lo tanto, se requiere una pluralidad de (e/g)NodoB para proporcionar una estructura de red de este tipo.

Para satisfacer la necesidad de mejorar la implementación y el rendimiento de los sistemas de comunicación, se ha introducido el concepto de (e/g)NodoB del tipo “plug-and-play” (listo para usar). Típicamente, una red que es capaz de utilizar (e/g)NodosB del tipo “plug-and-play” (listo para usar), incluye, además de los (e/g)NodoB domésticos (H(e/g)NodosB), una puerta de enlace de NodoB doméstica o HNB-GW (no se muestra en la Figura 4). Una puerta de enlace de HNB (HNB-GW), que típicamente se instala dentro de la red de un operador, puede agregar tráfico de una gran cantidad de HNB de regreso a una red de núcleo.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por un equipo de usuario según la presente descripción. En el bloque 502, el equipo de usuario determina si se está recibiendo una señal de haz de enlace descendente desde una estación base. En el bloque 504, el equipo de usuario determina si una propiedad medible de la señal de haz de enlace descendente no cumple un umbral preseleccionado cuando se recibe la señal de haz de enlace descendente desde la estación base. En el bloque 506, el equipo de usuario transmite un mensaje a la estación base que indica que al menos un haz de enlace ascendente correspondiente al haz de enlace descendente ha fallado,

cuando no se recibe la señal del haz de enlace descendente desde la estación base o cuando la propiedad medible de la señal de haz de enlace descendente no cumple el umbral preseleccionado. En el bloque 508, el equipo de usuario recibe un mensaje de respuesta desde la estación base con la información requerida para determinar un nuevo haz de enlace ascendente.

5 La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método realizado por una estación base según la presente descripción. En el bloque 602, la estación base determina si se está recibiendo al menos una señal de haz de enlace ascendente desde un equipo de usuario. En el bloque 604, la estación base determina si una propiedad medible de la al menos una señal de haz de enlace ascendente no cumple un umbral preseleccionado, cuando se recibe la al menos una señal de haz de enlace ascendente desde el equipo de usuario. En el bloque 606, la estación base transmite un mensaje al equipo de usuario para iniciar la recuperación de haz de enlace ascendente, cuando no se recibe al menos una señal de haz de enlace ascendente desde el equipo de usuario o cuando la propiedad medible de al menos una señal de haz de enlace ascendente no cumple el umbral preseleccionado.

15 Generalmente, las diversas realizaciones ilustrativas pueden implementarse en hardware o circuitos de propósito especial, software, lógica o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, algunos aspectos pueden implementarse en hardware, mientras que otros aspectos pueden implementarse en firmware o software que puede ejecutarse por un controlador, microprocesador u otro dispositivo informático, aunque la invención no se limita a los mismos.

20 Aunque diversos aspectos de las realizaciones ilustrativas de esta invención pueden ilustrarse y describirse como diagramas en bloque, diagramas de flujo, o usando alguna otra representación gráfica, se entiende bien que estos bloques, aparatos, sistemas, técnicas o métodos descritos en la presente memoria pueden implementarse, como ejemplos no limitativos, en hardware, software, firmware, circuitos o lógica de propósito especial, hardware de propósito general o controlador u otros dispositivos informáticos, o alguna combinación de los mismos.

25 Debe apreciarse que, al menos algunos aspectos de las realizaciones ilustrativas de las invenciones pueden ponerse en práctica en diversos componentes, tales como chips y módulos de circuitos integrado, y que las realizaciones ilustrativas de esta invención pueden realizarse en un aparato que se implementa como un circuito integrado. El circuito o circuitos integrados pueden comprender sistemas de circuitos, así como posiblemente firmware, para incorporar al menos uno o más de un procesador o procesadores de datos, un procesador o procesadores de señales digitales, sistemas de circuitos de banda base y sistemas de circuitos de radiofrecuencia que son configurables para operar según las realizaciones ilustrativas de esta invención.

30 Diversas modificaciones y adaptaciones a las realizaciones ilustrativas anteriores de esta invención pueden resultar evidentes para los expertos en las técnicas pertinentes en vista de la descripción anterior, cuando se leen junto con los dibujos adjuntos. Por ejemplo, aunque las realizaciones ilustrativas se han descrito anteriormente en el contexto de los avances en el sistema de 5G NR, debe apreciarse que las realizaciones ilustrativas de esta invención no están limitadas para su uso únicamente con este tipo particular de sistema de comunicación inalámbrica. En el análisis anterior se han usado las siguientes abreviaturas:

BFD-RS señal de detección de referencia de fallo de haz

45 BFI Instancia de fallo de haz

BFR Recuperación de fallo de haz

BFRQ Solicitud de recuperación de fallo de haz

50 BFRR Solicitud de recuperación de fallo de haz

BLER Velocidad de errores de bloque

55 CBRA Acceso aleatorio basado en contención

CE Elemento de control

CFRA Acceso aleatorio sin contención

60 CORESET Conjunto de control de recursos

C-RNTI Identificador temporal de red de radio de célula

65 CSI Información de estado del canal

DCI Información de control de enlace descendente

	DL	Enlace descendente
5	DMRS	Señal de referencia de demodulación
	GHz	Gigahercios
	gNB	gNodoB
10	L1	Capa 1
	MAC	Control de acceso al medio
15	MPR	Reducción de energía máxima
	NR	Nueva radio
	NW	Red
20	OOS/Qout	Desincronización/umbral de calidad para desincronización
	PA	Amplificador de energía
25	PBCH	Canal físico de difusión
	PDCCH	Canal físico de control de enlace descendente
	PDSCH	Canal físico compartido de enlace descendente
30	PHR	Margen de energía
	PHY	Capa física
35	PL	Pérdida de trayectoria
	P-MPR	Reducción de energía máxima de gestión de energía
	PRACH	Canal físico de acceso aleatorio
40	PUCCH	Canal físico de control de enlace ascendente
	PUSCH	Canal físico compartido de enlace ascendente
45	QCL	Cuasicubicación
	QCL-tipo D	Cuasicubicación Tipo D
	q0	Conjunto de señales de referencia para monitorizar calidad de enlace
50	q1	Conjunto de señales de referencia de haz candidatas
	RAR	Respuesta de Acceso Aleatorio
55	RA-RNTI	Identificador temporal de red de radio de acceso aleatorio
	RF	Radiofrecuencia
	RRC	Control de recursos de radio
60	RS	Señal de Referencia
	RSRP	Potencia recibida de señal de referencia
65	RSRQ	Calidad recibida de señal de referencia
	RX	Receptor

	SR	Solicitud de planificación
5	SS	Señal de sincronización
	SSB	Bloque de señal de sincronización
	SS/PBCH	Canal físico de difusión de señal de sincronización
10	TCI	Indicación de configuración de transmisión
	TRP	Punto de transmisión/recepción
15	TRS	Señal de referencia de seguimiento
	TX	Transmisor
	UE	Equipo de usuario
20	UL	Enlace ascendente
	3GPP	Proyecto asociación de 3ª generación
25	5G	5ª generación

La terminología usada en la presente memoria tiene el propósito de describir realizaciones particulares únicamente y no pretende ser limitante de la descripción. Como se utilizan en la presente memoria, se pretende que las formas en singular “un”, “una”, “el” y “la” incluyan las formas en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos y expresiones “comprende” y/o “que comprende”, cuando se usan en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de características, elementos integrantes, etapas, operaciones, elementos y/o componentes establecidos, pero no excluyen la presencia o adición de una o más otras características, elementos integrantes, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

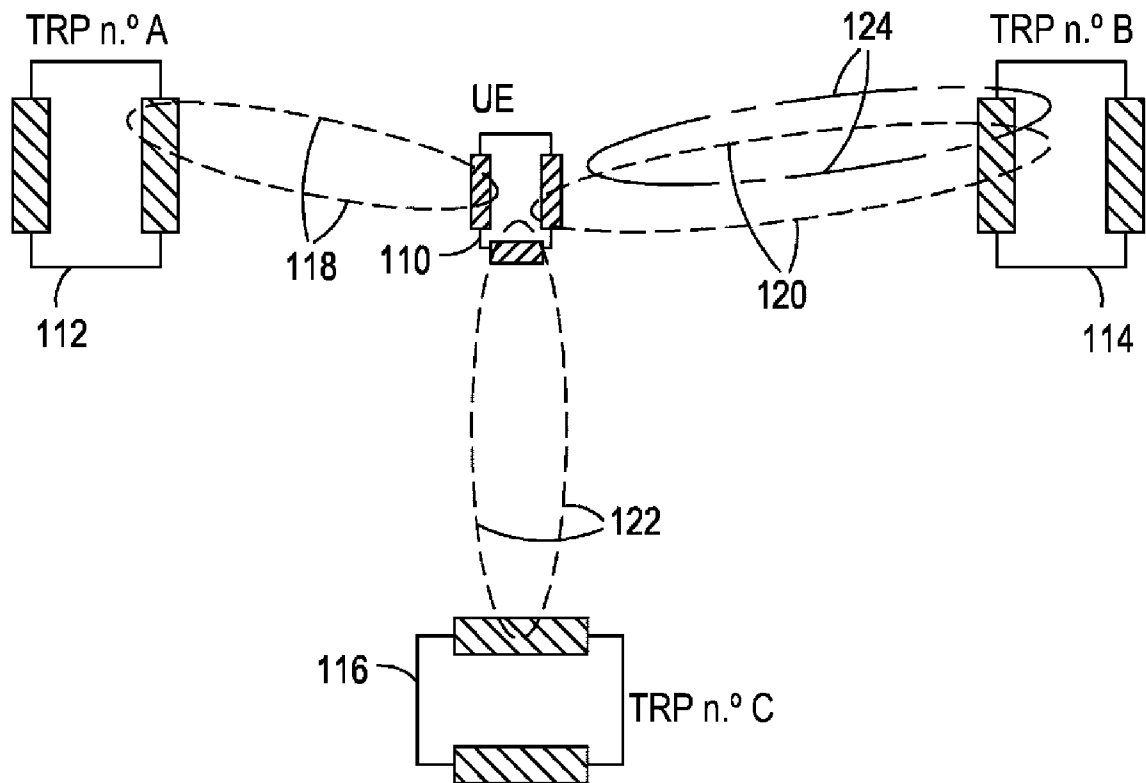
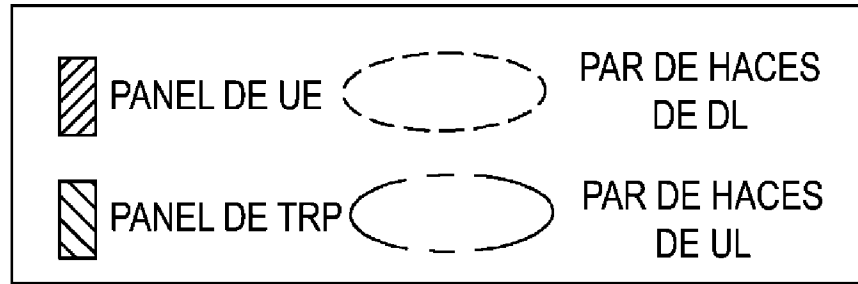
La descripción de la presente invención se ha presentado para propósitos de ilustración y descripción, pero no pretende ser exhaustiva o limitada a la invención en la forma descrita. La realización se eligió y describió para explicar mejor los principios de la invención y la aplicación práctica, y para permitir a otras personas expertas en la técnica entender la invención para diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.

Diversas modificaciones y adaptaciones pueden resultar evidentes para los expertos en las técnicas pertinentes a la vista de la descripción anterior, cuando se lee junto con los dibujos adjuntos. Sin embargo, cualquiera y todas las modificaciones de las enseñanzas de esta descripción caerán aún dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Aunque se describe en el contexto de realizaciones particulares, será evidente para los expertos en la técnica que pueden producirse varias modificaciones y diversos cambios a estas enseñanzas. Por lo tanto, aunque la invención se ha mostrado y descrito particularmente con respecto a una o más realizaciones de la misma, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse ciertas modificaciones o cambios en la misma sin apartarse del alcance de las reivindicaciones que siguen

**REIVINDICACIONES**

1. Un método que comprende:
  - 5                    determinar (502) si se recibe una señal de haz de enlace descendente desde una estación base; cuando se recibe la señal de haz de enlace descendente desde la estación base, determinar (504) si una propiedad medible de la señal de haz de enlace descendente no cumple un umbral preseleccionado;
  - 10                    cuando no se recibe la señal de haz de enlace descendente desde la estación base o cuando la propiedad medible de la señal de haz de enlace descendente no cumple el umbral preseleccionado, transmitir (506) un mensaje a la estación base, siendo el mensaje una señal de preámbulo de acceso aleatorio sin contención (CFRA), en donde el mensaje indica que al menos un haz de enlace ascendente correspondiente al haz de enlace descendente ha fallado y un nuevo candidato de haz de enlace ascendente.
- 15                    2. El método según la reivindicación 1, en donde la propiedad medible es una de la energía recibida de señal de referencia, RSRP, la relación señal a interferencia y ruido, SINR, la velocidad de errores de bloque hipotética, BLER, evaluada para el canal físico de control de enlace ascendente o el canal físico de control de enlace descendente.
- 20                    3. El método según la reivindicación 1, en donde la señal de preámbulo de acceso aleatorio sin contención, CFRA, corresponde a un estado de indicación de configuración de transmisión activo para uno de un canal físico de control de enlace descendente o un canal físico compartido de enlace descendente.
- 25                    4. El método según la reivindicación 1, en donde la reducción de energía de enlace ascendente se tiene en cuenta cuando se determina al menos uno del fallo de haz de enlace ascendente y el candidato para el nuevo haz de enlace ascendente.
- 30                    5. Un aparato (310) que comprende:
  - 35                    medios (310A) para determinar si se recibe una señal de haz de enlace descendente desde una estación base (312);
  - medios (310A) para determinar si una propiedad medible de la señal de haz de enlace descendente no cumple un umbral preseleccionado cuando se recibe la señal de haz de enlace descendente desde la estación base;
  - 40                    medios para transmitir (310D) un mensaje a la estación base (312), siendo el mensaje una señal de preámbulo de acceso aleatorio sin contención, CFRA, en donde el mensaje indica que al menos un haz de enlace ascendente correspondiente al haz de enlace descendente ha fallado y un nuevo candidato de haz de enlace ascendente, cuando no se recibe la señal de haz de enlace descendente desde la estación base o cuando la propiedad medible de la señal de haz de enlace descendente no cumple el umbral preseleccionado.
- 45                    6. El aparato (310) según la reivindicación 5, en donde la propiedad medible es una de la energía recibida de señal de referencia, RSRP, la relación señal a interferencia y ruido, SINR, la velocidad de errores de bloque hipotética, BLER, evaluada para el canal físico de control de enlace ascendente o el canal físico de control de enlace descendente.
- 50                    7. El aparato (310) según la reivindicación 5, en donde la señal de preámbulo de acceso aleatorio sin contención, CFRA, corresponde a un estado de indicación de configuración de transmisión activo para uno de un canal físico de control de enlace descendente o un canal físico compartido de enlace descendente.
8. El aparato (310) según la reivindicación 5, en donde la reducción de energía de enlace ascendente se tiene en cuenta cuando se determina al menos uno del fallo de haz de enlace ascendente y el candidato para el nuevo haz de enlace ascendente.



**Figura 1**

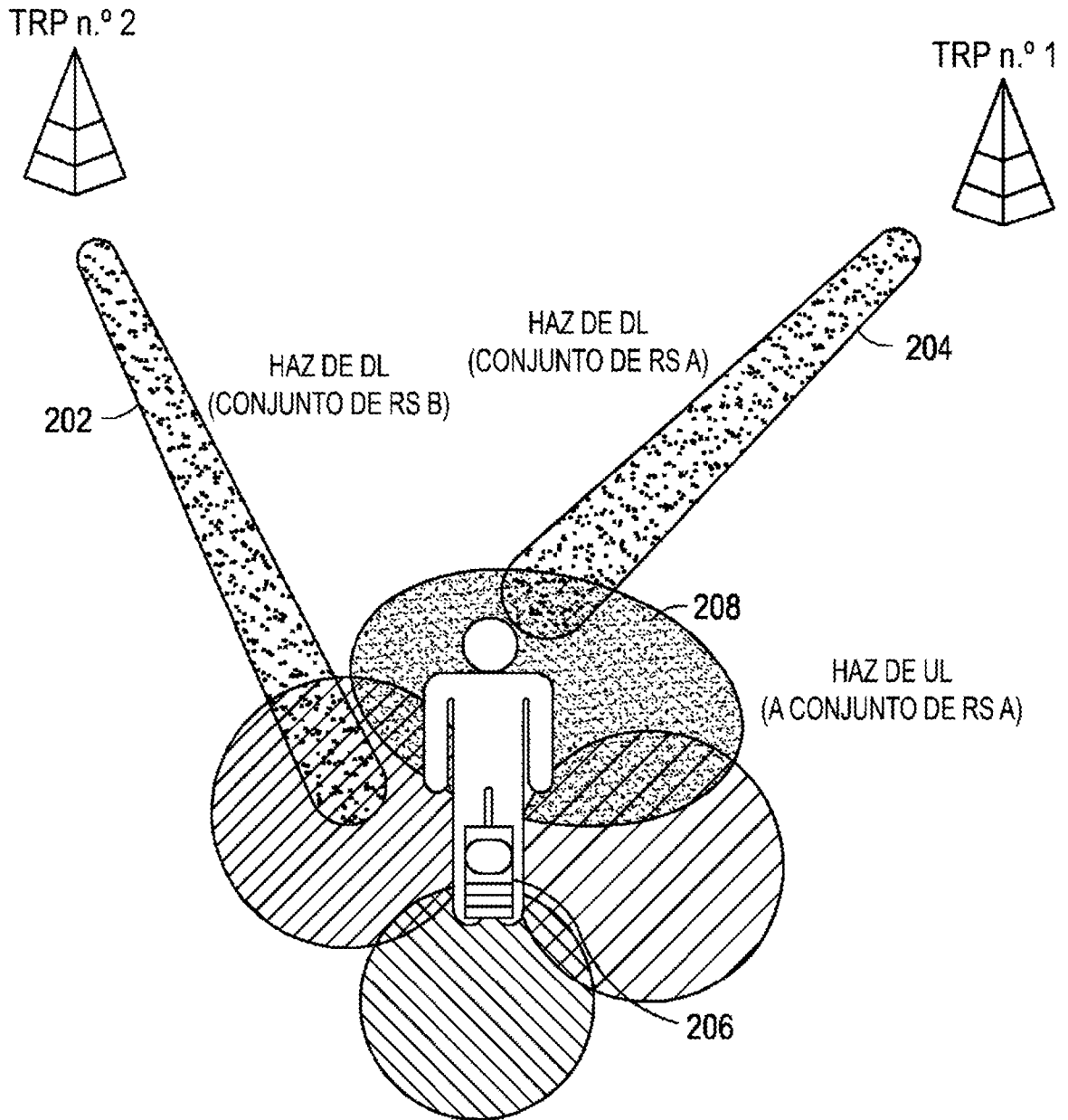


Figura 2

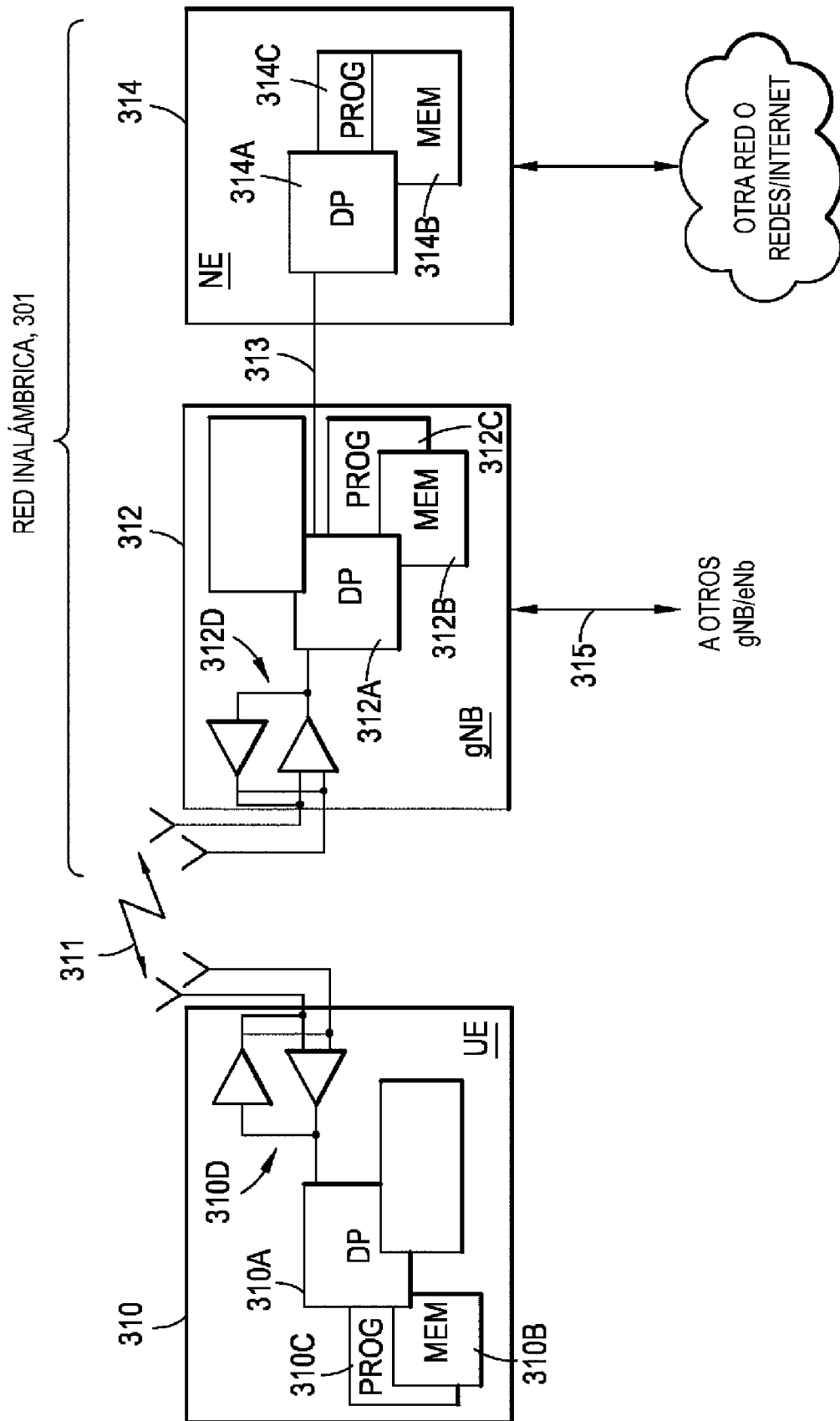


Figura 3

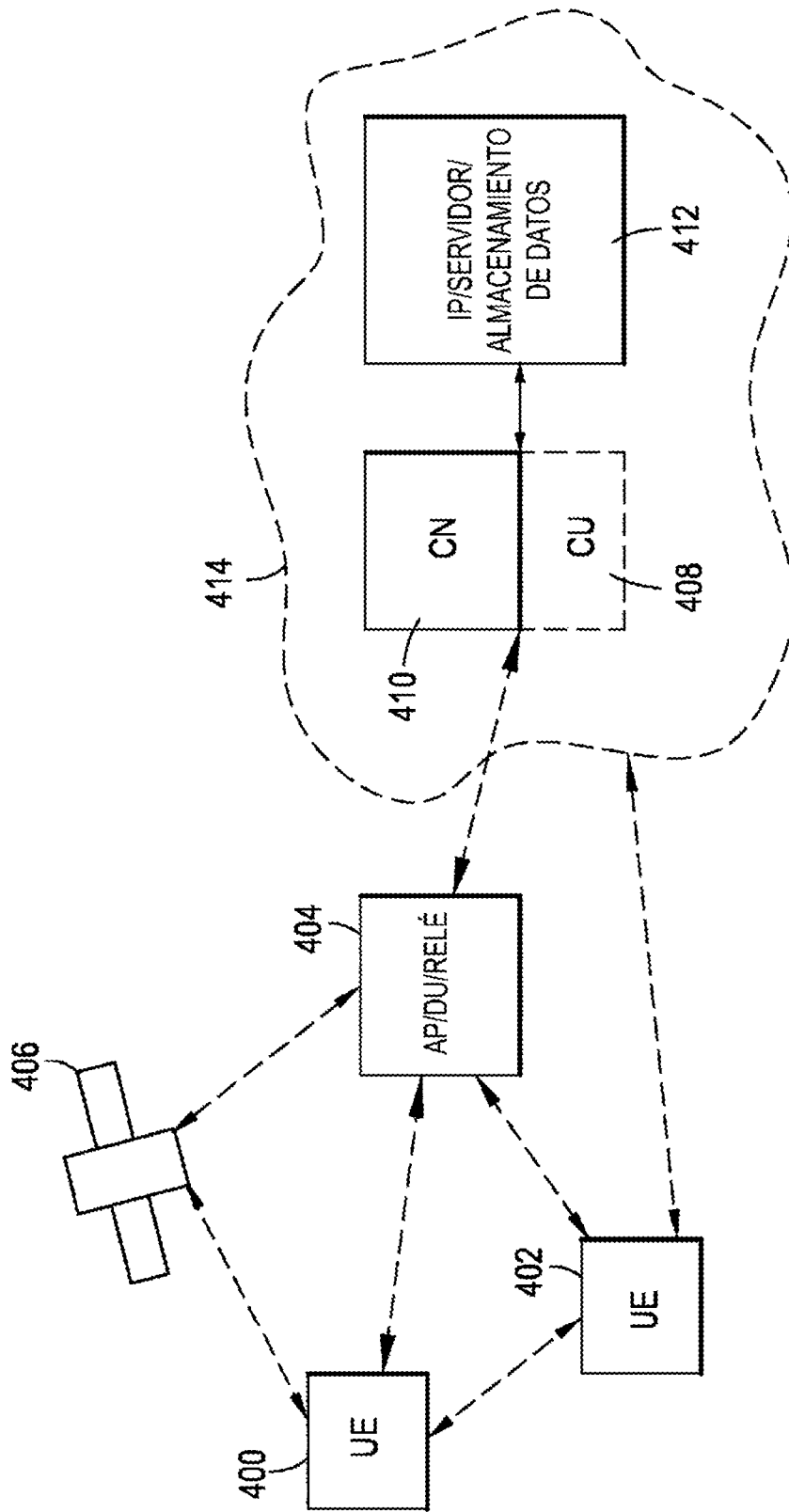
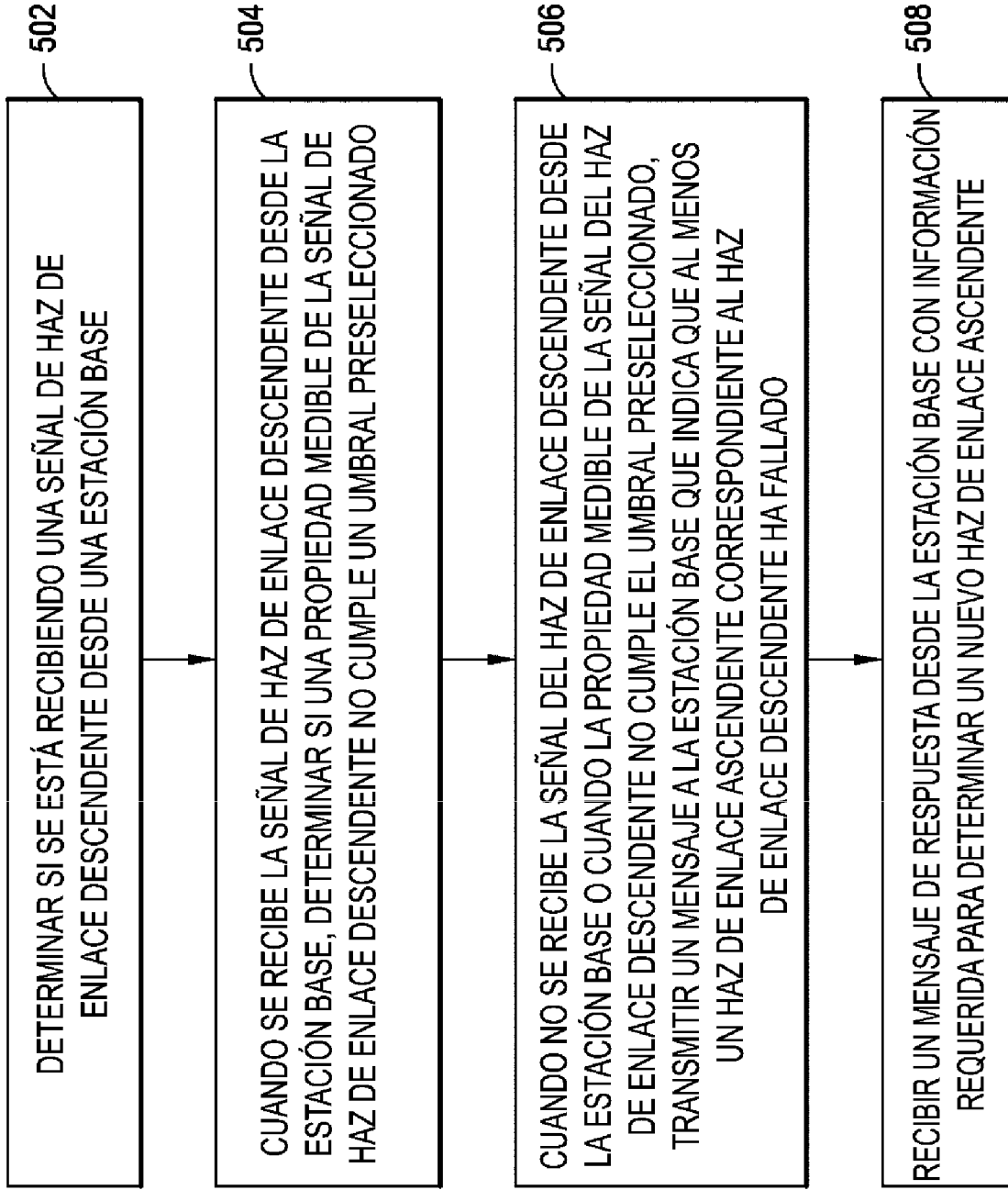
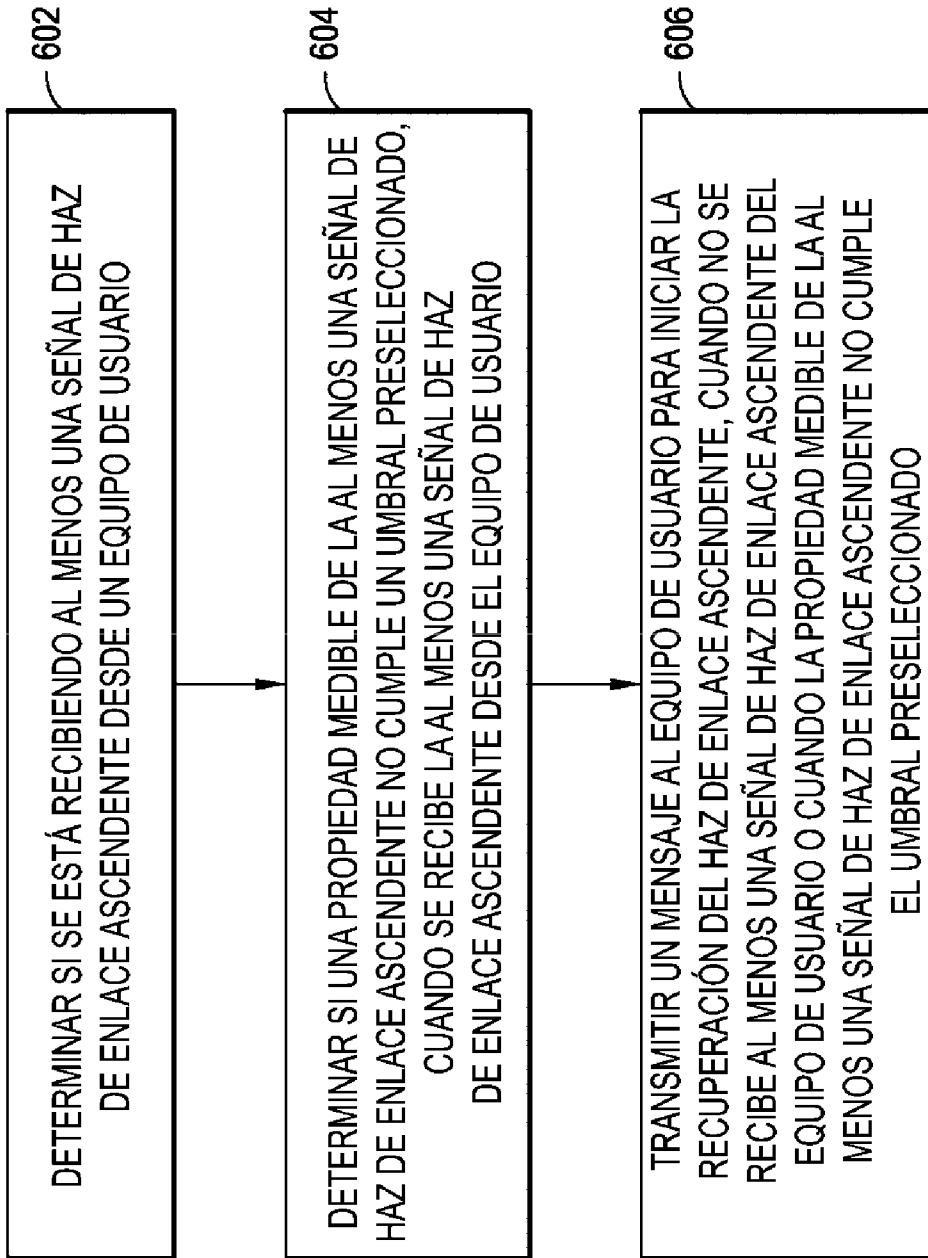


Figura 4



**Figura 5**



**Figura 6**