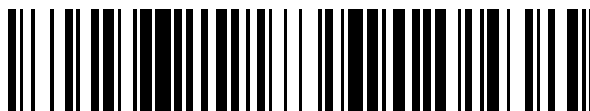


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 671**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2010 PCT/US2010/062053**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2011 WO11090688**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010 E 10803192 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2520039**

54 Título: **Señalización de portadoras cruzadas en un sistema multiportadora**

30 Prioridad:

22.12.2010 US 976818
12.03.2010 US 313647 P
29.12.2009 US 290724 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.02.2020

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

CHEN, WANSHI;
DAMNJANOVIC, JELENA, M.;
GAAL, PETER;
MONTOJO, JUAN y
DAMNJANOVIC, ALEKSANDAR

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 739 671 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

Señalización de portadoras cruzadas en un sistema multiportadora

5 ANTECEDENTES

I. Campo

10 [0001] La presente divulgación se refiere en general a la comunicación y, más específicamente, a unas técnicas para admitir la comunicación en un sistema de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

15 [0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegados para proporcionar diversos contenidos de comunicación, tales como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, radiodifusión etc. Estos sistemas inalámbricos pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden admitir múltiples usuarios compartiendo los recursos de sistema disponibles. Los ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de FDMA ortogonal (OFDMA) y sistemas de FDMA de portadora única (SC-FDMA).

25 [0003] Un sistema de comunicación inalámbrica puede incluir un número de estaciones base que pueden admitir la comunicación para un número de equipos de usuario (UE). Un UE se puede comunicar con una estación base por medio del enlace descendente y el enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde la estación base hasta el UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el UE hasta la estación base. Los documentos «PDCCH designing issues for LTE-A [Problemas de diseño PDCCH para LTE-A]» de ZTE en R1-094736 en 3GPP TSG-RAN WG1 reunión n.º 59, Juju, Corea, del 9 al 13 de noviembre de 2009, «Carrier indicator for LTE-A [Indicador de portadora para LTE-A]» de CATT en R1-094538 en 3GPP TSG-RAN WG1 reunión n.º 59, Juju, Corea, del 9 al 13 de noviembre de 2009 y «Discussion on PDCCH with carrier indicator [Análisis de PDCCH con indicador de portadora]» de Panasonic en R1-094496 en 3GPP TSG-RAN WG1 reunión n.º 59, Juju, Corea, del 9 al 13 de noviembre de 2009 describen diversas mejoras con respecto a la programación de portadoras cruzadas. Sin embargo, todavía hay una nueva manera de mejorar el funcionamiento degradado.

35 SUMARIO

40 [0004] Esta necesidad se satisface mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Se describen técnicas para admitir el funcionamiento degradado en un sistema de comunicación multiportadora. Un UE puede funcionar en múltiples portadoras para el funcionamiento multiportadora. La señalización de portadoras cruzadas se puede usar para el funcionamiento multiportadora y puede implicar el envío de información de control en una portadora para admitir la transmisión de datos en otra portadora. El funcionamiento degradado se refiere a la capacidad de enviar información de control de manera fiable al UE incluso cuando se desconoce un modo de funcionamiento del UE (por ejemplo, si el UE está funcionando en una única portadora o múltiples portadoras).

45 [0005] En un diseño, un UE puede determinar al menos un primer formato de información de control de enlace descendente (DCI) que se va a seguir en una primera portadora. El UE puede realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI en la primera portadora para detectar la DCI enviada al UE. El UE puede recibir un mensaje de reconfiguración relacionado con la comunicación en una pluralidad de portadoras por el UE con señalización de portadoras cruzadas. El UE puede determinar al menos un segundo formato de DCI que se va a seguir en la primera portadora en base al mensaje de reconfiguración. El UE puede realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI en la primera portadora después de recibir el mensaje de reconfiguración para detectar la DCI enviada al UE. El funcionamiento degradado se admite haciendo que el UE realice un seguimiento para para el al menos un primer formato de DCI antes y después de recibir el mensaje de reconfiguración. La DCI se puede enviar de manera fiable al UE en base al al menos un primer formato de DCI, incluso cuando existe incertidumbre con respecto al modo de funcionamiento del UE.

60 [0006] En un diseño, una estación base puede determinar el al menos un primer formato de DCI seguido por el UE en la primera portadora. La estación base puede enviar DCI en la primera portadora al UE en base al al menos un primer formato de DCI. La estación base puede enviar el mensaje de reconfiguración relacionado con la comunicación en la pluralidad de portadoras por el UE con señalización de portadoras cruzadas. La estación base puede determinar el al menos un segundo formato de DCI seguido por el UE en la primera portadora como respuesta al mensaje de reconfiguración. La estación base puede enviar DCI en la primera portadora al UE en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI después de enviar el mensaje de reconfiguración.

65

[0007] En un diseño, cada segundo formato de DCI puede comprender un primer formato de DCI correspondiente y al menos un campo adicional para admitir la señalización de portadoras cruzadas. El al menos un campo adicional puede incluir un campo indicador de portadoras cruzadas (CIF), como se describe a continuación. El al menos un primer formato de DCI puede tener un primer tamaño, y el al menos un segundo formato de DCI puede tener un segundo tamaño que es diferente del primer tamaño.

[0008] El funcionamiento degradado se puede restringir de diversas maneras para limitar el número de descodificaciones ciegas realizadas por el UE para detectar DCI enviada al UE. En un diseño, el funcionamiento degradado se puede admitir para ciertos formatos de DCI pero no para otros formatos de DCI. En otro diseño, el funcionamiento degradado se puede admitir para una o más portadoras, pero no para otras. En otro diseño más, el funcionamiento degradado se puede admitir para uno o más espacios de búsqueda del UE, pero no para otros espacios de búsqueda. Finalmente, en otro diseño, el funcionamiento degradado se puede admitir para ciertos candidatos a canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) para el UE pero no para otros candidatos a PDCCH. El funcionamiento degradado también se puede restringir de otras maneras. A continuación, se describen en más detalle diversos aspectos y características de la divulgación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009]

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica a modo de ejemplo.

La FIG. 2 muestra una estructura de trama a modo de ejemplo.

La FIG. 3A muestra un ejemplo de funcionamiento de portadora única.

Las FIG. 3B y 3C son ejemplos de funcionamiento multiportadora sin y con señalización de portadoras cruzadas, respectivamente.

La FIG. 4 muestra dos formatos de DCI a modo de ejemplo.

La FIG. 5A muestra una reconfiguración para un modo de transmisión de enlace descendente diferente.

La FIG. 5B muestra una reconfiguración para el funcionamiento multiportadora con señalización de portadoras cruzadas.

La FIG. 6 muestra un funcionamiento degradado a modo de ejemplo cuando se agrega una nueva portadora.

La FIG. 7 muestra un funcionamiento degradado a modo de ejemplo cuando la señalización de portadoras cruzadas está habilitada.

La FIG. 8 muestra un funcionamiento degradado a modo de ejemplo durante un intervalo de transición para una reconfiguración.

La FIG. 9 muestra un diagrama de bloques de un generador de mensajes a modo de ejemplo en una estación base.

La FIG. 10 muestra un diagrama de bloques de un detector de mensajes a modo de ejemplo en un UE.

La FIG. 11 muestra un proceso a modo de ejemplo para la recepción de DCI por un UE.

La FIG. 12 muestra un proceso a modo de ejemplo para el envío de DCI por una estación base.

La FIG. 13 muestra un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una estación base y un UE.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0010] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicación inalámbrica, tales como sistemas de CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos «sistema» y «red» a menudo se usan de manera intercambiable. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como el acceso radio terrestre universal (UTRA), cdma2000, etc. La tecnología UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. La tecnología cdma2000 cubre las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Un sistema OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultramóvil (UMB), IEEE 802.11 (wifi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles

(UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP y la LTE avanzada (LTE-A) son nuevas versiones del UMTS que usan E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. Las tecnologías UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de un organismo denominado «Proyecto de Asociación de Tercera Generación» (3GPP). Las tecnologías cdma2000 y UMB se describen en documentos de un organismo denominado «Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2» (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para los sistemas y tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como otros sistemas y tecnologías de radio. Para mayor claridad, a continuación se describen ciertos aspectos de las técnicas para la LTE, y se usa la terminología de LTE en gran parte de la siguiente descripción.

[0011] La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica 100, que puede ser un sistema LTE o algún otro sistema. El sistema 100 puede incluir un número de nodos B evolucionados (eNB) 110 y otras entidades de red. Un eNB puede ser una entidad que se comunica con los UE y también se puede denominar estación base, nodo B, punto de acceso, etc. Cada eNB 110 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica particular y puede admitir una comunicación para los UE situados dentro del área de cobertura. Para mejorar la capacidad del sistema, el área de cobertura total de un eNB se puede dividir en múltiples (por ejemplo, tres) áreas más pequeñas. Cada área más pequeña puede ser servida por un respectivo subsistema de eNB. En 3GPP, el término «célula» se puede referir al área de cobertura más pequeña de un eNB y/o de un subsistema de eNB que sirve a esta área de cobertura.

[0012] Un controlador de red 130 se puede acoplar a un conjunto de eNB y puede proporcionar coordinación y control para estos eNB. El controlador de red 130 puede comprender una entidad de gestión de movilidad (MME) y/o alguna otra entidad de red.

[0013] Los UE 120 pueden estar dispersos por todo el sistema, y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE se puede denominar también estación móvil, terminal, terminal de acceso, unidad de abonado, estación, etc. Un UE puede ser un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, un ordenador portátil, un teléfono sin cable, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un teléfono inteligente, un miniordenador portátil, un libro inteligente, etc.

[0014] La FIG. 2 muestra una estructura de trama 200 para duplexado por división de frecuencia (FDD) en LTE. Para FDD, al enlace descendente y al enlace ascendente se les puede asignar canales de frecuencia separados. El cronograma de transmisión para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente se puede dividir en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y se puede dividir en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Por tanto, cada trama de radio puede incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir siete períodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la FIG. 2) o seis períodos de símbolo para un prefijo cíclico ampliado.

[0015] Cada subtrama para el enlace descendente puede incluir una región de control y una región de datos, que se pueden multiplexar por división de tiempo (TDM) como se muestra en la FIG. 2. La región de control puede incluir los primeros M períodos de símbolo de una subtrama, donde M puede ser igual a 1, 2, 3 o 4, y puede cambiar de subtrama en subtrama. La región de control puede llevar información de control para los UE. La región de datos puede incluir los períodos de símbolo restantes de la subtrama y puede llevar datos y/u otra información para los UE.

[0016] Cada subtrama para el enlace ascendente puede incluir una región de control y una región de datos, que se pueden multiplexar por división de frecuencia (FDM) (no mostrado). La región de control se puede formar en los dos extremos del ancho de banda del sistema y puede tener un tamaño configurable, que se puede seleccionar en base a la cantidad de información de control que los UE van a enviar en el enlace ascendente. La región de datos puede incluir el resto de la frecuencia no cubierta por la región de control.

[0017] Un eNB puede enviar información de control de enlace descendente (DCI) en un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en la región de control de una subtrama para el enlace descendente (o una subtrama de enlace descendente). La DCI puede comprender concesiones de enlace descendente (DL), concesiones de enlace ascendente (UL), información de control de potencia, etc. El eNB puede enviar datos en un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en la región de datos de la subtrama de enlace descendente. El PDSCH puede llevar datos para los UE planificados para transmisión de datos en el enlace descendente y/u otra información.

[0018] Un UE puede enviar información de control de enlace ascendente (UCI) en un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) en bloques de recursos asignados en la región de control de una subtrama para el enlace ascendente (o una subtrama de enlace ascendente). La UCI puede incluir información de acuse de recibo (ACK) para una transmisión de datos enviada en el enlace descendente, información de indicador de calidad de canal (CQI), una petición de programación, etc. El UE puede enviar solo datos o tanto datos como UCI en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en bloques de recursos asignados en la región de datos de la

subtrama de enlace ascendente. Una transmisión de enlace ascendente puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede saltar por la frecuencia.

[0019] El sistema puede admitir el funcionamiento en una única portadora o múltiples portadoras para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente. Una portadora se puede referir a un intervalo de frecuencias usadas para la comunicación y se puede asociar a ciertas características. Por ejemplo, cada portadora puede ser asignable a uno o más UE para una comunicación. Una portadora también se puede denominar portadora de componentes, célula, frecuencia, canal de RF, etc. El funcionamiento en múltiples portadoras también se puede denominar agregación de portadoras o funcionamiento multiportadora. Un UE puede funcionar con una o más portadoras para el enlace descendente (o portadoras de enlace descendente) y una o más portadoras para el enlace ascendente (o portadoras de enlace ascendente) para una comunicación con un eNB. Un eNB puede enviar al UE datos y DCI en la una o más portadoras de enlace descendente. El UE puede enviar al eNB datos y UCI en la una o más portadoras de enlace ascendente.

[0020] La **FIG. 3A** muestra un ejemplo de funcionamiento de portadora única por un UE. Como se ilustra, el UE puede funcionar en una única portadora de enlace descendente (DL) y una única portadora de enlace ascendente (UL) para una comunicación con un eNB. El eNB puede enviar una concesión de DL y/o una concesión de UL para el UE en el PDCCH en la región de control de una subtrama de enlace descendente. La concesión de DL puede comprender diversos parámetros para una transmisión de datos de enlace descendente desde el eNB hasta el UE. La concesión de UL puede comprender diversos parámetros para una transmisión de datos de enlace ascendente desde el eNB hasta el UE. El eNB puede enviar la transmisión de datos de enlace descendente al UE en el PDSCH en la región de datos de la subtrama de enlace descendente. El UE puede enviar la transmisión de datos de enlace ascendente al eNB en el PUSCH en la región de datos de una subtrama de enlace ascendente.

[0021] La **FIG. 3B** muestra un ejemplo de funcionamiento multiportadora sin señalización de portadoras cruzadas por un UE. En este caso, el UE puede funcionar en «K» portadoras de DL y «L» portadoras de UL para una comunicación con un eNB, donde K puede o no ser igual a L. Cada portadora de UL se puede emparejar con una portadora de DL. La información de control para admitir una transmisión de datos en una portadora de DL dada se puede enviar a esa portadora de DL y/o una portadora de UL asociada. De forma similar, la información de control para admitir la transmisión de datos en una portadora de UL dada se puede enviar en esa portadora de UL y/o una portadora de DL asociada.

[0022] La señalización de portadoras cruzadas se refiere al envío de información de control en una portadora para admitir la transmisión de datos en otra portadora. Por ejemplo, una concesión de DL se puede enviar en una portadora de DL para admitir la transmisión de datos en otra portadora de DL. En un diseño de señalización de portadoras cruzadas, una portadora se puede designar como portadora principal para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente, y las portadoras restantes se pueden denominar portadoras de ampliación. La portadora principal también se puede denominar portadora de anclaje, portadora base, etc. Una portadora de ampliación también se puede denominar portadora habitual, portadora secundaria, etc. Un UE puede estar configurado para funcionar en la portadora principal y cero o más portadoras de ampliación para cada uno del enlace descendente y ascendente.

[0023] La **FIG. 3C** muestra un ejemplo de funcionamiento multiportadora con señalización de portadoras cruzadas por un UE. En el ejemplo mostrado en la **FIG. 3C**, la portadora de DL 1 puede ser una portadora de DL principal para el UE, y la portadora de UL 1 puede ser una portadora de UL principal para el UE. Un eNB puede enviar DCI (por ejemplo, concesiones de DL y de UL) al UE en la portadora de DL principal para admitir la transmisión de datos en todas las portadoras de DL y de UL. El UE puede enviar UCI al eNB en la portadora de UL principal para admitir la transmisión de datos en todas las portadoras de DL y de UL.

[0024] La **FIG. 3C** muestra un diseño que admite la señalización de portadoras cruzadas para funcionamiento multiportadora usando portadoras de DL y de UL principales. La señalización de portadoras cruzadas también se puede admitir de otras maneras. En general, la señalización de portadoras cruzadas se puede admitir de cualquier manera que permite enviar información de control en una portadora para admitir la transmisión de datos en otra portadora. Para mayor claridad, y no como una limitación de la divulgación, gran parte de la siguiente descripción presupone el diseño mostrado en la **FIG. 3C**, enviándose la DCI en la portadora de DL principal y enviándose la UCI en la portadora de UL principal para admitir la señalización de portadoras cruzadas.

[0025] El sistema 100 puede admitir un número de formatos de DCI que se pueden usar para enviar DCI en el enlace descendente. La tabla 1 enumera un conjunto de formatos de DCI que el sistema puede admitir. El formato de DCI 0 se puede usar para enviar concesiones de UL para la transmisión de datos en el enlace ascendente. Los formatos de DCI 1, 1A, 1B, 1C y 1D se pueden usar para enviar concesiones de DL para la transmisión de datos de una palabra de código en el enlace descendente. Una palabra de código puede corresponder a un bloque de transporte o un paquete. Los formatos de DCI 2, 2A y 2B se pueden usar para enviar concesiones de DL para la transmisión de datos de dos palabras de código en el enlace descendente para salida múltiple entrada múltiple (MIMO). Los formatos de DCI 3 y 3A se pueden usar para enviar información de control de potencia de transmisión

(TPC) a los UE. Los formatos de DCI 0, 1A, 3 y 3A tienen el mismo tamaño. Los formatos de DCI 1, 1B, 1C, 1D, 2, 2A y 2B pueden tener diferentes tamaños.

Tabla 1: Formatos de DCI

Formato de DCI	Descripción
0	Usado para programar una transmisión de enlace ascendente en el PUSCH.
1	Usado para programar una transmisión de una palabra de código en el PDSCH.
1A	Usado para realizar una programación compacta de una palabra de código en el PDSCH y para un procedimiento de acceso aleatorio.
1B	Usado para realizar una programación compacta de una palabra de código en el PDSCH con información de precodificación.
1C	Usado para realizar una programación muy compacta de una palabra de código en el PDSCH.
1D	Usado para realizar una programación compacta de una palabra de código en el PDSCH con información de precodificación y de compensación de potencia.
2	Usado para programar dos palabras de código en el PDSCH con multiplexación espacial de bucle cerrado con señal de referencia específica de la célula (CRS).
2A	Usado para programar dos palabras de código en el PDSCH con multiplexación espacial de bucle abierto con CRS.
2B	Usado para programar dos palabras de código en el PDSCH con multiplexación espacial con una señal de referencia específica del UE precodificada.
3	Usado para una transmisión de mandatos de TPC para los canales PUCCH y PUSCH con ajustes de potencia de 2 bits.
3A	Usado para una transmisión de mandatos de TPC para los canales PUCCH y PUSCH con ajustes de potencia de 1 bit.

[0026] La tabla 1 enumera los formatos de DCI admitidos por la versión 9 de LTE. También se pueden admitir otros formatos de DCI, por ejemplo, en futuras versiones de LTE. Además, se puede definir un conjunto de formatos de DCI para admitir la señalización de portadoras cruzadas. En un diseño, un formato de DCI que admite señalización de portadoras cruzadas puede incluir (i) todos los campos de un formato de DCI correspondiente que no admite señalización de portadoras cruzadas (por ejemplo, uno de los formatos de DCI mostrados en la tabla 1) y (ii) uno o más campos adicionales para admitir la señalización de portadoras cruzadas. En un diseño, la señalización de portadoras cruzadas se puede admitir por medio de un campo indicador de portadoras cruzadas (CIF) que indica una portadora en la que se programa una transmisión de datos. El CIF puede incluir una o más de las siguientes características:

- la presencia del CIF se puede habilitar de forma semiestática, por ejemplo, a través de señalización de capa superior,
- la configuración para la presencia del CIF puede ser específica para un UE,
- el CIF (si está configurado) puede ser un campo de tamaño fijo (por ejemplo, de tres bits para admitir hasta ocho portadoras),
- la ubicación del CIF (si está configurado) puede ser fija para todos los formatos de DCI, independientemente de sus tamaños,
- las concesiones de portadoras cruzadas se pueden configurar cuando los formatos de DCI para el UE tienen el mismo tamaño o diferentes tamaños,
- puede haber un límite superior en el número total de descodificaciones ciegas realizadas por el UE.

[0027] La **FIG. 4** muestra un formato de DCI X que no admite señalización de portadoras cruzadas. El formato de DCI X puede corresponder a cualquiera de los formatos de DCI mostrados en la tabla 1 y puede incluir un número de campos usados para enviar diferentes tipos de información. Por ejemplo, el formato de DCI X se puede usar para una concesión y puede incluir campos para transmitir recursos asignados para la transmisión de datos, un sistema de modulación y codificación (MCS), información de precodificación, información de HARQ, un mandato de TPC y/u otra información.

[0028] La FIG. 4 también muestra un diseño de un formato de DCI X' que admite la señalización de portadoras cruzadas. En este diseño, el formato de DCI X' incluye todos los campos del formato de DCI X y un campo adicional para el CIF. Debido al CIF adicional, el formato de DCI X' tiene un tamaño diferente al del formato de DCI X correspondiente.

[0029] En general, el CIF se puede agregar a cualquiera de los formatos de DCI mostrados en la tabla 1 para formar un formato de DCI que admite la señalización de portadoras cruzadas. Por ejemplo, el CIF se puede agregar a los formatos de DCI 1A, 0 y 2 para formar los formatos de DCI 1A', 0' y 2', respectivamente. Para mayor claridad, en la descripción del presente documento, un formato de DCI que no admite señalización de portadoras cruzadas se puede denotar sin símbolo prima (por ejemplo, el formato de DCI X, donde X puede ser cualquier designación adecuada). Un formato de DCI que admite señalización de portadoras cruzadas se puede denotar con un símbolo prima (por ejemplo, el formato de DCI X'). El formato de DCI X' puede incluir todos los campos del formato de DCI X y el CIF y/u otros campos para admitir la señalización de portadoras cruzadas.

[0030] En la versión 8 de LTE (Rel-8) y en la versión 9 de LTE (Rel-9), el control de recursos de radio (RRC) puede configurar de forma semiestática un UE con uno de los ocho modos de transmisión de enlace descendente 1 a 8. Para cada modo de transmisión de enlace descendente, el UE puede realizar el seguimiento de dos formatos de DCI: un formato de DCI 1A y un formato de DCI dependiente del modo. Por ejemplo, el UE puede realizar el seguimiento del formato de DCI 1A así como del formato de DCI 2 para el modo de transmisión de enlace descendente 4 para multiplexación espacial de bucle cerrado. Para todos los modos de transmisión de enlace descendente, el UE también puede realizar el seguimiento del formato de DCI 0 usado para la programación de enlace ascendente.

[0031] Un eNB puede enviar DCI al UE en el PDCCH usando cualquiera de los formatos de DCI admitidos por el UE. El eNB también puede enviar DCI en el PDCCH en 1, 2, 4 u 8 elementos de canal de control (CCE), que corresponden a un nivel de agregación de 1, 2, 4 u 8, respectivamente. Cada CCE puede incluir nueve elementos de recurso, y cada elemento de recurso cubre una subportadora en un período de símbolo. Se pueden usar diferentes niveles de agregación para diferentes niveles de protección para la DCI. El eNB puede enviar DCI al UE solo en ciertos CCE, que pueden estar situados en un espacio de búsqueda común y en un espacio de búsqueda específico del UE para el UE. El espacio de búsqueda común puede ser aplicable a todos los UE, mientras que el espacio de búsqueda específico del UE puede ser específico para el UE. El UE puede tener un número de candidatos a PDCCH en el espacio de búsqueda común y el espacio de búsqueda específico del UE. Cada candidato a PDCCH puede corresponder a un conjunto específico de CCE en el que se puede enviar DCI al UE. La tabla 2 enumera los candidatos a PDCCH seguidos por el UE para diferentes niveles de agregación en los espacios de búsqueda comunes y específicos del UE.

Tabla 2: Candidatos a PDCCH seguidos por un UE

Tipo	Nivel de agregación L	Tamaño de espacio de búsqueda (en los CCE)	Número de candidatos a PDCCH
Espacio de búsqueda específico del UE	1	6	6
	2	12	6
	4	8	2
	8	16	2
Espacio de búsqueda común	4	16	4
	8	16	2

[0032] Para cada candidato a PDCCH, el UE puede realizar una descodificación ciega para cada tamaño de DCI admitido por el UE. El tamaño de DCI determina el número de bits de información que se van a enviar, lo que a su vez afecta a la velocidad de código. El número total de descodificaciones ciegas puede depender, pues, del número de candidatos a PDCCH y del número de tamaños de DCI admitidos por el UE. Una descodificación ciega también se puede denominar descodificación candidata.

[0033] Los formatos de DCI 1A y 0 tienen el mismo tamaño. Por lo tanto, para cualquier modo de transmisión de enlace descendente, puede haber solo dos tamaños de DCI para transmisiones unidifusión de DCI al UE: un tamaño de DCI para los formatos de DCI 1A y 0, y otro tamaño de DCI para un formato de DCI dependiente del modo. El UE puede realizar 22 descodificaciones ciegas para los 22 candidatos a PDCCH de la tabla 2 para cada uno de los dos tamaños de DCI, o un total de 44 descodificaciones ciegas.

[0034] Los formatos de DCI 1A y 0 se pueden usar para todos los modos de transmisión de enlace descendente y las configuraciones de portadora. Esto permite al eNB tener un formato de DCI para cada enlace (enlace

descendente y enlace ascendente) que el eNB puede usar para enviar DCI al UE en cualquier subtrama, independientemente de la configuración de RRC y la reconfiguración del UE. Este diseño puede hacer frente a una potencial duración ambigua cuando se está realizando la reconfiguración de RRC del UE, como se describe a continuación.

[0035] La FIG. 5A muestra un ejemplo de reconfiguración de RRC para un modo de transmisión de enlace descendente diferente. Antes de la hora T1, un UE funciona en base a un modo de transmisión de enlace descendente U y admite los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI W dependiente del modo. A la hora T1, se realiza una reconfiguración de RRC (por ejemplo, enviando un mensaje de reconfiguración de conexión RRC desde un eNB hasta el UE) para cambiar el modo de transmisión de enlace descendente del UE del modo U al modo V. A la hora T2, el UE puede funcionar en base al modo V de transmisión de enlace descendente y puede admitir los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI Z dependiente del modo. El intervalo de transición desde la hora T1 hasta la hora T2 puede no estar especificado (ya que en LTE no hay ninguna «hora de acción» a la cual el nuevo modo de transmisión de enlace descendente V se hace efectivo). Es posible que el eNB desconozca el estado del UE y el modo de transmisión de enlace descendente particular admitido por el UE durante el período de reconfiguración de RRC. No obstante, el eNB puede enviar DCI al UE usando los formatos de DCI 1A y 0 que el UE admite, ya sea antes o después de la reconfiguración de RRC. El uso de los formatos de DCI 1A y 0 para todos los modos de transmisión de enlace descendente puede, por tanto, permitir la comunicación eNB-UE sin interrupción durante el intervalo de transición.

[0036] La FIG. 5B muestra un ejemplo de reconfiguración de RRC para funcionamiento multiportadora con señalización de portadoras cruzadas. Antes de la hora T1, un UE funciona en una o múltiples portadoras y no admite la señalización de portadoras cruzadas, lo que se puede denominar modo «sin CIF». El UE admite los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI W dependiente del modo antes de la hora T1. A la hora T1, se realiza una reconfiguración de RRC para cambiar el funcionamiento del UE para admitir la señalización de portadoras cruzadas, lo que se puede denominar modo «CIF». A la hora T2, el UE funciona con señalización de portadoras cruzadas y admite los formatos de DCI 1A' y 0' y un formato de DCI W' dependiente del modo.

[0037] Como se muestra en la FIG. 5B, cuando el UE se reconfigura de forma semiestática de sin CIF a CIF (o viceversa), ya no existe un formato de DCI común (antes y después de la reconfiguración de RRC) por enlace para permitir que el eNB envíe de forma fiable DCI al UE. Esto puede dar como resultado la pérdida de DCI en el UE, lo que puede degradar el rendimiento. Por ejemplo, a la hora T3 dentro del intervalo de transición T1-T2 (no mostrado en la FIG. 5B), el eNB puede suponer que el UE ha cambiado al modo CIF y puede enviar una concesión de DL basada en el formato de DCI 1A'. Sin embargo, el UE puede seguir funcionando en el modo sin CIF a la hora T3 y puede realizar una descodificación ciega basada en el formato de DCI 1A. En esta situación, el UE podría perderse la concesión de DL enviada por el eNB y perderse también la transmisión de datos de enlace descendente enviada basada en la concesión de DL.

[0038] En un aspecto, el funcionamiento degradado se puede admitir para la señalización de portadoras cruzadas en funcionamiento multiportadora, de modo que un eNB puede enviar de manera fiable DCI a un UE. El funcionamiento degradado se puede admitir manteniendo al menos un formato de DCI común para cada enlace antes y después de la reconfiguración de RRC, por ejemplo, para habilitar o inhabilitar la señalización de portadoras cruzadas.

[0039] En un diseño, se puede asumir lo siguiente para la señalización de portadoras cruzadas:

- un UE se puede configurar con señalización de portadoras cruzadas (o CIF) solo si el UE está configurado con dos o más portadoras, y
- la reconfiguración de CIF y el número de portadoras para el UE son semiestáticos.

[0040] Los formatos de DCI que admiten señalización de portadoras cruzadas (por ejemplo, formatos de DCI con CIF) y los formatos de DCI que no admiten señalización de portadoras cruzadas (por ejemplo, formatos de DCI sin CIF) pueden tener diferentes tamaños. En consecuencia, un UE puede realizar dos descodificaciones ciegas para dos formatos de DCI, con y sin CIF, para cada candidato a PDCCCH. El número total de descodificaciones ciegas que va a realizar el UE puede aumentar sustancialmente para admitir el funcionamiento degradado para la señalización de portadoras cruzadas.

[0041] En un diseño, el funcionamiento degradado se puede admitir solo en un subconjunto de todas las portadoras. Una portadora en la que se admite el funcionamiento degradado se puede denominar portadora con degradación. Una portadora en la que no se admite el funcionamiento degradado se puede denominar portadora sin degradación. Para cada portadora con degradación, un UE puede realizar una descodificación ciega para formatos de DCI con y sin CIF. Para cada portadora sin degradación, el UE puede realizar una descodificación ciega solo para formatos de DCI con CIF. Esto puede reducir el número de descodificaciones ciegas para portadoras sin degradación.

[0042] La **FIG. 6** muestra un diseño que admite funcionamiento degradado cuando se agrega una nueva portadora y se habilita la señalización de portadoras cruzadas. En el ejemplo mostrado en la **FIG. 6**, antes de la hora T1, un UE funciona en la portadora 1 y admite los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI W dependiente del modo. A la hora T1, se realiza una reconfiguración de RRC para agregar otra portadora 2 y activar la señalización de portadoras cruzadas para el UE. A la a hora T2, el UE funciona en las portadoras 1 y 2 con señalización de portadoras cruzadas.

[0043] En un primer diseño, el UE admite el funcionamiento degradado en la portadora 1 y no admite el funcionamiento degradado en la portadora 2, como se muestra en la **FIG. 6**. En este diseño, a la hora T2, el UE puede admitir lo siguiente:

- portadora 1: formatos de DCI 1A' y 0' (con CIF), formatos de DCI 1A y 0 (sin CIF) y formato de DCI W'(con CIF, para el modo de transmisión de enlace descendente admitido por el UE en la portadora 1), y
- portadora 2: formatos de DCI 1A' y 0' (con CIF) y formato de DCI Z' (con CIF, para el modo de transmisión de enlace descendente admitido por el UE en la portadora 2).

[0044] En un segundo diseño, el UE puede admitir el funcionamiento degradado en ambas portadoras 1 y 2. En este diseño, a la hora T2, el UE puede admitir lo siguiente:

- portadora 1: formatos de DCI 1A' y 0', 1A y 0, y W' y
- portadora 2: formatos de DCI 1A' y 0', 1A y 0, y Z'.

[0045] La **FIG. 7** muestra un diseño que admite el funcionamiento degradado cuando la señalización de portadoras cruzadas está habilitada. En el ejemplo mostrado en la **FIG. 7**, antes de la hora T1, el UE funciona en dos portadoras 1 y 2 sin señalización de portadoras cruzadas. El UE admite los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI W dependiente del modo en la portadora 1 y además admite los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI Z dependiente del modo en la portadora 2. A la hora T1, se realiza una reconfiguración de RRC para activar la señalización de portadoras cruzadas para el UE. A la a hora T2, el UE funciona en las portadoras 1 y 2 con señalización de portadoras cruzadas.

[0046] En un primer diseño, el UE admite el funcionamiento degradado en la portadora 1 y no admite el funcionamiento degradado en la portadora 2, como se muestra en la **FIG. 7**. En este diseño, a la hora T2, el UE puede admitir lo siguiente:

- portadora 1: formatos de DCI 1A' y 0', 1A y 0, y W' y
- portadora 2: formatos de DCI 1A' y 0' y Z'.

[0047] En un segundo diseño, el UE admite el funcionamiento degradado en ambas portadoras 1 y 2. El UE puede, pues, admitir los formatos de DCI 1A' y 0', 1A y 0, y Z' en la portadora 2.

[0048] En general, el funcionamiento degradado se puede admitir en cualquier número de portadoras, que se pueden reconfigurar de forma semiestática para el UE. Por ejemplo, el funcionamiento degradado se puede admitir solo en la portadora principal, o en la portadora principal y una o más portadoras diferentes o alguna otra portadora o combinación de portadoras. La(s) portadora(s) con degradación se puede(n) configurar de forma explícita o implícita, de modo que tanto el eNB como el UE tengan conocimiento de la(s) portadora(s) con degradación. En un diseño, los formatos de DCI 1A y 0 se pueden admitir en cada portadora con degradación, de modo que se puede enviar DCI de manera fiable para controlar la transmisión de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente.

[0049] En un diseño, el funcionamiento degradado se puede admitir solo para un subconjunto de todos los candidatos a PDCCH para limitar el número de descodificaciones ciegas realizadas por un UE. El UE puede realizar tres descodificaciones ciegas para tres tamaños de DCI para cada candidato a PDCCH: una primera descodificación ciega para los formatos de DCI 1A y 0, una segunda descodificación ciega para un formato de DCI dependiente del modo y una tercera descodificación ciega para los formatos de DCI 1A' y 0'. El UE puede realizar, pues, un total de 66 descodificaciones ciegas para tres tamaños de DCI para una portadora. El número total de descodificaciones ciegas se puede reducir imponiendo ciertas restricciones sobre cómo se puede enviar DCI al UE. Estas restricciones deberían tener un impacto mínimo en el rendimiento, ya que el funcionamiento degradado para la reconfiguración de RRC puede ser un evento poco frecuente. A continuación se describen diversos diseños para reducir el número de descodificaciones ciegas.

[0050] En un primer diseño de reducción del número de descodificaciones ciegas, los formatos de DCI con y sin CIF se pueden admitir en diferentes espacios de búsqueda. Cada espacio de búsqueda puede admitir formatos de

DCI con CIF o formatos de DCI sin CIF. En un diseño, los formatos de DCI sin CIF (por ejemplo, los formatos de DCI 1A y 0) se pueden admitir en el espacio de búsqueda común, y los formatos de DCI con CIF (por ejemplo, los formatos de DCI 1A', 0' y W') se pueden admitir en el espacio de búsqueda específico del UE, como se muestra en la tabla 3. Se puede enviar DCI como unidifusión a un UE específico en el espacio de búsqueda común o específico del UE usando el formato de DCI 1A, 0, 1A', 0' o W'. La DCI de unidifusión se puede mezclar con un identificador temporal de red de radio (RNTI) específico del UE, como un RNTI de célula (C-RNTI), un C-RNTI de programación semipersistente (SPS), un C-RNTI temporal, etc. Se puede enviar DCI como radiodifusión a todos los UE en el espacio de búsqueda común usando el formato de DCI 1A o 1C. La DCI de radiodifusión se puede mezclar con un RNTI conocido por todos los UE, como un RNTI de información del sistema (SI-RNTI), un RNTI de radiobúsqueda (P-RNTI), un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI), etc. La DCI para información de TPC se puede enviar usando el formato de DCI 3 o 3A en el espacio de búsqueda común y se puede mezclar con un RNTI de TPC-PUCCH o un RNTI de TPC-PUSCH, que son conocidos por los UE.

Tabla 3: División del espacio de búsqueda para portadora con degradación

Espacio de búsqueda	Formatos de DCI admitidos
Espacio de búsqueda común	1A: radiodifusión y unidifusión DL 0: unidifusión UL (mismo tamaño que 1A) 1C: radiodifusión DL 3/3A: control de potencia de grupo (mismo tamaño que 1A)
Espacio de búsqueda específico del UE	1A' (1A+CIF): unidifusión DL 0' (0+CIF): unidifusión UL (mismo tamaño que 1A') W' (W+CIF dependiente del modo): unidifusión DL

[0051] Con el diseño mostrado en la tabla 3, un UE puede tener dos tamaños de DCI para el espacio de búsqueda común y dos tamaños de DCI para el espacio de búsqueda específico del UE. Los dos tamaños de DCI para el espacio de búsqueda común pueden incluir un tamaño de DCI para los formatos de DCI 1A, 0, 3 y 3A y otro tamaño de DCI para el formato de DCI 1C. Los dos tamaños de DCI para el espacio de búsqueda específico del UE pueden incluir un tamaño de DCI para los formatos de DCI 1A' y 0' y otro tamaño de DCI para el formato de DCI W'. Para el diseño mostrado en la tabla 3, el UE puede realizar el mismo número de descodificaciones ciegas (por ejemplo, 44) para admitir el funcionamiento degradado con señalización de portadoras cruzadas, que otro UE que no admite este funcionamiento degradado.

[0052] El diseño de la tabla 3 puede no tener ningún impacto en la programación de un UE para (i) la transmisión de datos en el enlace descendente en la misma portadora de DL en la que se envía la DCI y (ii) la transmisión de datos en el enlace ascendente en una portadora de UL asociada con esta portadora de DL. En estos casos, el CIF no es necesario. Las concesiones de DL y UL se pueden enviar al UE en (i) el espacio de búsqueda común usando los formatos de DCI 1A y 0 o (ii) el espacio de búsqueda específico del UE usando los formatos de DCI 1A' y 0'. El UE se puede programar en los espacios de búsqueda común y específico del UE para transmisiones de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente.

[0053] Debido a las restricciones de espacio de búsqueda, el diseño mostrado en la tabla 3 puede tener cierto impacto en la programación de un UE para (i) la transmisión de datos en el enlace descendente en una portadora de DL diferente a la portadora de DL en la que se envía DCI y (ii) la transmisión de datos en el enlace ascendente en una portadora de UL no asociada con la portadora de DL en la que se envía DCI. En estos casos, el campo CIF se puede usar para indicar la portadora de DL o UL en la que se programa la transmisión de datos. Las concesiones de DL y UL se pueden enviar al UE en el espacio de búsqueda específico del UE usando los formatos de DCI 1A' y 0', y no en el espacio de búsqueda común.

[0054] En un segundo diseño de reducción del número de descodificaciones ciegas, los formatos de DCI con y sin CIF se pueden admitir en un subconjunto de los espacios de búsqueda. En un diseño, los formatos de DCI sin CIF (por ejemplo, los formatos de DCI 1A y 0) y algunos formatos de DCI con CIF (por ejemplo, los formatos de DCI 1A' y 0') se pueden admitir en el espacio de búsqueda común, como se muestra en la tabla 4. Los formatos de DCI con CIF (por ejemplo, los formatos de DCI 1A', 0' y W') se pueden admitir en el espacio de búsqueda específico del UE, como se muestra también en la tabla 4.

Tabla 4: División de espacio de búsqueda alternativa para portadora con degradación

Espacio de búsqueda	Formatos de DCI admitidos
Espacio de búsqueda común	1A/1C: radiodifusión DL 1A/0: unidifusión DL y UL 1A'/0': unidifusión DL y UL 3/3A: control de potencia de grupo
Espacio de búsqueda específico del UE	1A'/0': unidifusión DL y UL W' (W+CIF dependiente del modo): unidifusión DL

[0055] El diseño mostrado en la tabla 4 puede paliar algunas restricciones de programación impuestas por el diseño mostrado en la tabla 3. En particular, las concesiones de DL y UL se pueden enviar a un UE en los espacios de búsqueda común y específico del UE usando los formatos de DCI 1A' y 0'. El UE puede realizar más descodificaciones ciegas en el espacio de búsqueda común para admitir formatos de DCI con y sin CIF.

[0056] Para el diseño mostrado en la tabla 4, tanto el formato de DCI 1A como el formato de DCI 1A' con el CIF establecido en «000» (para direccionamiento de portadoras cruzadas hacia la misma portadora de DL) se pueden usar en el espacio de búsqueda común para enviar una concesión de DL en una portadora de DL para programar un UE para la transmisión de datos en la misma portadora de DL. Admitir el formato de DCI 1A y el formato de DCI 1A' con el CIF establecido en «000» entraña una duplicación. En consecuencia, los formatos de DCI 1A' y 0' con el CIF establecido en «000» se pueden evitar en el espacio de búsqueda común, y en su lugar se pueden usar los formatos de DCI 1A y 0.

[0057] En un tercer diseño de reducción del número de descodificaciones ciegas, el funcionamiento degradado puede no estar admitido en ciertas portadoras. En un diseño, los formatos de DCI con CIF (por ejemplo, los formatos de DCI 1A', 0' y W') se pueden admitir en los espacios de búsqueda común y específico del UE para una portadora sin degradación, como se muestra en la tabla 5. Se puede enviar DCI como unidifusión a un UE específico en el espacio de búsqueda común o específico del UE usando el formato de DCI 1A', 0' o W'. Se puede enviar DCI como radiodifusión a todos los UE en el espacio de búsqueda común usando el formato de DCI 1A o 1C. La información DCI para TPC se puede enviar usando el formato de DCI 3 o 3A en el espacio de búsqueda común.

Tabla 5: División de espacio de búsqueda para portadora sin degradación

Espacio de búsqueda	Formatos de DCI admitidos
Espacio de búsqueda común	1A/1C: radiodifusión DL 1A'/0': unidifusión DL y UL 3/3A: control de potencia de grupo
Espacio de búsqueda específico del UE	1A'/0': unidifusión DL y UL W': unidifusión DL

[0058] En un cuarto diseño de reducción del número de descodificaciones ciegas, los formatos de DCI con y sin CIF se pueden admitir para diferentes conjuntos de candidatos a PDCCH. Como se muestra en la tabla 2, hay dos niveles de agregación de 4 y 8 en el espacio de búsqueda común, en los que el nivel de agregación 4 incluye 4 candidatos a PDCCH y el nivel de agregación 8 incluye 2 candidatos a PDCCH. Como se muestra también en la tabla 2, hay cuatro niveles de agregación de 1, 2, 4 y 8 en el espacio de búsqueda específico del UE, en los que el nivel de agregación 1 incluye 6 candidatos a PDCCH, el nivel de agregación 2 incluye 6 candidatos a PDCCH, el nivel de agregación 4 incluye 2 candidatos a PDCCH, y nivel de agregación 8 incluye 2 candidatos a PDCCH. En un diseño, para un nivel de agregación dado en un espacio de búsqueda dado, se pueden permitir formatos de DCI sin CIF para algunos candidatos a PDCCH, y se pueden permitir formatos de DCI con CIF para los restantes candidatos a PDCCH. En un ejemplo, para el nivel de agregación 4 en el espacio de búsqueda común, los formatos de DCI 1A y 0 se pueden permitir para los dos primeros candidatos a PDCCH, y los formatos de DCI 1A' y 0' se pueden permitir para los dos últimos candidatos a PDCCH. En otro ejemplo, para el nivel de agregación 8 en el espacio de búsqueda común, los formatos de DCI 1A y 0 se pueden permitir para el primer candidato a PDCCH, y los formatos de DCI 1A' y 0' se pueden permitir para el otro candidato a PDCCH.

[0059] En general, cada nivel de agregación en cada espacio de búsqueda puede admitir solo formatos de DCI sin CIF, o solo formatos de DCI con CIF, o ambos. Si un nivel de agregación dado en un espacio de búsqueda

dado admite formatos de DCI con y sin CIF, entonces cualquier número de candidatos a PDCCH puede admitir formatos de DCI sin CIF, y cualquier número de candidatos a PDCCH puede admitir formatos de DCI con CIF. Además, un candidato a PDCCH dado puede admitir solo formatos de DCI sin CIF, o solo formatos de DCI con CIF, o ambos. Los niveles de agregación en los espacios de búsqueda común y específico del UE se pueden definir de diversas maneras. Por ejemplo, cada nivel de agregación en el espacio de búsqueda común puede admitir formatos de DCI con y sin CIF, mientras que cada nivel de agregación en el espacio de búsqueda específico del UE puede admitir solo formatos de DCI con CIF.

[0060] También se pueden implementar otros diseños de reducción del número de descodificaciones ciegas. Se puede implementar uno cualquiera o una combinación cualquiera de estos diseños para reducir el número de descodificaciones ciegas.

[0061] En general, para reducir el número de descodificaciones ciegas, se puede admitir el funcionamiento degradado:

- solo en una o más portadoras designadas en lugar de en todas las portadoras,
- solo en el espacio de búsqueda común o el espacio de búsqueda específico del UE en una portadora,
- solo en uno o más niveles de agregación designados, y/o
- solo para un subconjunto de candidatos a PDCCH.

[0062] En un diseño, un primer conjunto de candidatos a PDCCH puede admitir formatos de DCI sin CIF, y un segundo conjunto de candidatos a PDCCH puede admitir formatos de DCI con CIF. En un diseño, el primer conjunto puede no estar superpuesto al segundo conjunto, de modo que cada candidato a PDCCH puede estar incluido en un solo conjunto. En otro diseño, el primer conjunto puede estar superpuesto al segundo conjunto, de modo que uno o más candidatos a PDCCH pueden estar incluidos en ambos conjuntos.

[0063] El primer y el segundo conjuntos de candidatos a PDCCH se pueden definir de diversas maneras. En un diseño, el primer conjunto puede incluir candidatos a PDCCH en un espacio de búsqueda, y el segundo conjunto puede incluir candidatos a PDCCH en otro espacio de búsqueda, por ejemplo, como se muestra en la tabla 3. En otro diseño, el primer conjunto puede incluir candidatos a PDCCH para algunos niveles de agregación, y el segundo conjunto puede incluir candidatos a PDCCH para otros niveles de agregación. En otro diseño más, el primer conjunto puede incluir algunos candidatos a PDCCH en un nivel de agregación dado o un espacio de búsqueda dado, y el segundo conjunto puede incluir otros candidatos a PDCCH en el nivel de agregación o espacio de búsqueda. El primer y segundo conjuntos también se pueden definir de otras maneras en base al espacio de búsqueda, el nivel de agregación, etc., para obtener el número total deseado de descodificaciones ciegas y la flexibilidad de programación deseada para los UE.

[0064] En otro aspecto, se puede definir un modo de seguimiento de transición en el que un UE omite el seguimiento de un formato de DCI dependiente del modo durante la reconfiguración del modo sin CIF al modo CIF, o viceversa, para reducir el número de descodificaciones ciegas. Durante el intervalo de transición, el UE puede admitir los formatos de DCI 1A y 0 sin CIF y los formatos de DCI 1A' y 0' con CIF para admitir el funcionamiento degradado. Sin embargo, el UE puede no admitir un formato de DCI dependiente del modo durante el intervalo de transición. El UE puede, pues, realizar una descodificación ciega para solo dos tamaños de DCI durante el intervalo de transición.

[0065] Para mayor claridad, la siguiente descripción presupone el caso de la reconfiguración para activar la señalización de portadoras cruzadas. Sin embargo, los diseños descritos a continuación se pueden aplicar igualmente al caso de la reconfiguración para desactivar la señalización de portadoras cruzadas en el enlace descendente, y también a los casos de reconfiguración para portadoras de enlace ascendente.

[0066] La FIG. 8 muestra un diseño que admite el funcionamiento degradado durante un intervalo de transición para reconfiguración para activar la señalización de portadoras cruzadas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 8, antes de la hora T1, un UE admite los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI W dependiente del modo. A la hora T1, se realiza una reconfiguración de RRC para activar la señalización de portadoras cruzadas y posiblemente cambiar un modo de transmisión de enlace descendente para el UE. A la hora T2, el UE funciona con señalización de portadoras cruzadas y admite los formatos de DCI 1A y 0 sin CIF y los formatos de DCI 1A' y 0' con CIF. El UE también admite un formato de DCI Z' dependiente del modo con CIF para un nuevo modo de transmisión de enlace descendente (como se muestra en la FIG. 8) o un formato de DCI W' dependiente del modo con CIF para el antiguo modo de transmisión de enlace descendente (no mostrado en la FIG. 8).

[0067] Durante el intervalo de transición desde la hora T1 hasta la hora T2, el UE realiza el seguimiento de los formatos de DCI 1A y 0 sin CIF y los formatos de DCI 1A' y 0' con CIF. El UE omite el seguimiento del formato de

DCI dependiente del modo durante el intervalo de transición. El UE puede realizar una descodificación ciega solo para dos tamaños de DCI durante el intervalo de transición.

[0068] El formato de DCI dependiente del modo se usa típicamente para admitir una mayor velocidad de transferencia de datos. La reconfiguración puede ser un evento poco frecuente y el intervalo de transición puede ser relativamente corto. Como resultado, puede haber un impacto insignificante en el rendimiento debido a que el UE no realiza el seguimiento del formato de DCI dependiente del modo durante el intervalo de transición.

[0069] En un diseño, el modo de seguimiento de transición puede ser aplicable solo para un subconjunto de todas las portadoras configuradas para el UE (por ejemplo, solo para la portadora principal). En otro diseño, el modo de seguimiento de transición puede ser aplicable para todas las portadoras con degradación. El modo de seguimiento de transición puede no ser aplicable si el UE solo está configurado con una portadora o si no hay ninguna portadora con degradación.

[0070] El modo de seguimiento de transición también se puede restringir de otras maneras. En un diseño, el modo de seguimiento de transición puede ser aplicable para el espacio de búsqueda específico del UE pero no para el espacio de búsqueda común. En este diseño, el UE puede realizar el seguimiento de los formatos de DCI 1A y 0 y un formato de DCI dependiente del modo (por ejemplo, con o sin CIF) en el espacio de búsqueda común durante el intervalo de transición.

[0071] El intervalo de transición se puede definir de diversas maneras y se puede definir de diferentes maneras para un eNB y un UE involucrados en la reconfiguración. En un diseño, para el eNB, el intervalo de transición puede comenzar cuando el eNB comienza un procedimiento de reconfiguración de RRC relacionado con el CIF, que puede ser cuando el eNB envía un mensaje RRCConnectionReconfiguration. El intervalo de transición puede terminar cuando se acaba el procedimiento de reconfiguración de RRC, que puede ser cuando el eNB recibe un mensaje RRCConnectionReconfigurationComplete.

[0072] En un diseño, para el UE, el intervalo de transición puede comenzar cuando el UE tiene conocimiento del procedimiento de reconfiguración de RRC relacionado con el CIF, que puede ser cuando se recibe el mensaje RRCConnectionReconfiguration. El intervalo de transición puede terminar cuando el UE recibe una confirmación de que el eNB ha recibido el mensaje RRCConnectionReconfigurationComplete enviado por el UE. El UE puede enviar el mensaje RRCConnectionReconfigurationComplete en el PUSCH al eNB, y el eNB puede enviar un ACK en un canal físico indicador de HARQ (PHICH) para una transmisión PUSCH que contiene el mensaje.

[0073] El inicio y el final del intervalo de transición en el eNB pueden ser diferentes del inicio y el final del intervalo de transición en el UE, por ejemplo, debido al retraso en el envío y la recepción de los mensajes de RRC para la reconfiguración. En un diseño, se puede obtener una protección adicional del inicio y el final del intervalo de transición con el uso de temporizadores. Por ejemplo, el intervalo de transición se puede ampliar tanto para el eNB como para el UE en cierto período de tiempo después de transferirse con éxito el mensaje RRCConnectionReconfigurationComplete. También se pueden usar otros temporizadores, tales como un temporizador mínimo, o un temporizador máximo o ambos.

[0074] En un diseño, un eNB puede enviar concesiones dobles usando ambos formatos de DCI con y sin CIF durante el intervalo de transición. El eNB puede generar una primera concesión basada en un formato de DCI sin CIF (por ejemplo, formato de DCI 1A, 0 o Z), generar una segunda concesión basada en un formato de DCI con CIF (por ejemplo, formato de DCI 1A', 0' o Z'), y enviar ambas concesiones al UE. El eNB puede continuar enviando concesiones dobles siempre que el UE está programado hasta que el eNB está seguro de que un mensaje de reconfiguración de RRC ha llegado al UE. El eNB puede determinar esto en base a (i) un ACK de control de enlace de radio (RLC) recibido para el mensaje de reconfiguración de RRC o (ii) un mensaje completo de reconfiguración de RRC recibido desde el UE. Este diseño puede asegurar que el UE pueda recibir al menos una concesión siempre que el UE está programado para la transmisión de datos.

[0075] En un diseño, las concesiones dobles enviadas usando formatos de DCI con y sin CIF pueden apuntar a los mismos recursos para el PDSCH o el PUSCH asignado al UE. En este diseño, los recursos PDSCH/PUSCH no se desperdician, y las concesiones dobles solo dan como resultado el uso de recursos PDCCH adicionales. En otro diseño, las concesiones dobles pueden ser para diferentes recursos de PDSCH/PUSCH. En este diseño, el UE puede utilizar los recursos PDSCH/PUSCH indicados por la concesión recibida por el UE y puede no utilizar los recursos PDSCH/PUSCH indicados por la concesión perdida por el UE. Sin embargo, el eNB puede determinar qué concesión ha recibido el UE y, por lo tanto, la configuración del UE, en base a (i) los recursos PUSCH particulares usados por el UE para la transmisión de datos en el enlace ascendente o (ii) los recursos PUCCH particulares usados por el UE para enviar retroalimentación de ACK/NACK para la transmisión de datos en el enlace descendente.

[0076] El eNB puede enviar concesiones dobles de modo que el UE no realiza descodificaciones ciegas adicionales. Además, el eNB puede enviar concesiones dobles sin restricciones de programador y/o de espacio de búsqueda impuestas por algunos de los diseños descritos anteriormente. Sin embargo, se pueden consumir

recursos PUCCH adicionales para enviar concesiones dobles, lo que puede imponer una carga adicional en el PDCCH durante el intervalo de transición. El uso de recursos PUCCH adicionales puede tener un impacto general insignificante, ya que la reconfiguración de RRC puede ser poco frecuente y el intervalo de transición puede ser relativamente corto.

[0077] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para el funcionamiento en cualquier número de portadoras con señalización de portadoras cruzadas. Estas portadoras pueden tener el mismo ancho de banda o diferentes anchos de banda. Los tamaños de DCI pueden estar asociados con el ancho de banda de la portadora. Sin embargo, si múltiples portadoras de diferentes anchos de banda tienen los mismos tamaños de DCI para algunos formatos de DCI, entonces se pueden usar el relleno con ceros o algunos otros sistemas para diferenciar los formatos de DCI para diferentes portadoras de DCI enviadas en una portadora determinada. La señalización de portadoras cruzadas se puede realizar implícitamente sin usar ningún CIF.

[0078] Si se aplica el relleno con ceros en el formato de DCI 1A para una o más portadoras, esta(s) portadora(s) también puede(n) necesitar un funcionamiento degradado para el formato de DCI 1A. En ese caso, los diseños descritos anteriormente se pueden usar para admitir el funcionamiento degradado en cada una de dichas portadoras.

[0079] La **FIG. 9** muestra un diagrama de bloques de un diseño de un generador de mensajes 900, que puede formar parte de un eNB. Dentro del generador de mensajes 900, un módulo 912 puede recibir mensajes de reconfiguración de RRC para un UE y puede determinar el estado operativo del UE. Por ejemplo, el módulo 912 puede determinar si el UE está funcionando en una portadora o múltiples portadoras, si la señalización de portadoras cruzadas (o CIF) está habilitada para el UE, el modo de transmisión de enlace descendente configurado para el UE en cada portadora, etc. El módulo 912 puede recibir una indicación de una portadora en la que se va a enviar DCI al UE, que se puede denominar portadora de DCI. El módulo 912 puede proporcionar una indicación de si la señalización de portadoras cruzadas está habilitada para el UE en la portadora de DCI y el modo de transmisión de enlace descendente configurado para el UE en la portadora de DCI.

[0080] Un módulo 914 puede recibir la indicación de la portadora de DCI, la indicación de si el CIF está habilitado para el UE y el modo de transmisión de enlace descendente para el UE en la portadora de DCI. El módulo 914 puede proporcionar un conjunto de formatos de DCI admitidos por el UE en la portadora de DCI. Los formatos de DCI admitidos pueden incluir formatos de DCI sin CIF y formatos de DCI con CIF. Un módulo 916 puede recibir la indicación de la portadora de DCI, el conjunto de formatos de DCI admitidos y un tipo de mensaje de DCI que se va a enviar al UE y puede proporcionar un formato de DCI seleccionado.

[0081] Un generador de mensajes 918 puede recibir la DCI que se va a enviar al UE y el formato de DCI seleccionado y puede generar un mensaje de PUCCH basado en el formato de DCI seleccionado. Un módulo 920 puede recibir el mensaje de PUCCH y una indicación de los CCE seleccionados para su uso para el PUCCH y puede generar una transmisión de PUCCH con el mensaje de PUCCH enviado en los CCE seleccionados.

[0082] La **FIG. 10** muestra un diagrama de bloques de un diseño de un detector de mensajes 1000, que puede formar parte de un UE. En el detector de mensajes 1000, un módulo 1012 puede recibir mensajes de reconfiguración de RRC para el UE y puede determinar el estado operativo del UE. Por ejemplo, el módulo 1012 puede determinar si el UE está funcionando en una portadora o múltiples portadoras, si la señalización de portadoras cruzadas (o CIF) está habilitada para el UE, el modo de transmisión de enlace descendente seleccionado para el UE en cada portadora, etc. El módulo 1012 puede recibir una indicación de una portadora en la que se va a detectar la DCI, que se puede denominar portadora de DCI. El módulo 1012 puede proporcionar una indicación de si la señalización de portadoras cruzadas está habilitada para el UE y el modo de transmisión de enlace descendente para la portadora de DCI.

[0083] Un módulo 1014 puede recibir la indicación de la portadora de DCI, la indicación de si el CIF está habilitado y el modo de transmisión de enlace descendente para la portadora de DCI y puede proporcionar un conjunto de formatos de DCI admitidos en la portadora de DCI. Un módulo 1016 puede recibir la indicación de la portadora de DCI y el conjunto de formatos de DCI admitidos y puede determinar un conjunto de candidatos de descodificación para la portadora de DCI. Cada candidato de descodificación puede corresponder a una combinación única de un candidato a PDCCH particular y un tamaño de DCI particular. Los candidatos de descodificación pueden depender de qué formatos de DCI se permiten para cada candidato a PDCCH en la portadora de DCI, como se describe anteriormente. Un módulo 1018 puede descodificar unas muestras recibidas en base a cada uno de los candidatos de descodificación proporcionados por el módulo 1016. El módulo 1018 puede proporcionar mensajes de PUCCH descodificados correspondientes a candidatos de descodificación válidos.

[0084] La **FIG. 11** muestra un diseño de un proceso 1100 para recibir DCI en un sistema de comunicación inalámbrica. El proceso 1100 puede ser realizado por un UE (como se describe a continuación) o por alguna otra entidad. El UE puede determinar al menos un primer formato de DCI (por ejemplo, formatos de DCI sin CIF) para realizar un seguimiento en una primera portadora (bloque 1112). El UE puede realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI en la primera portadora para detectar DCI enviada al UE (bloque 1114). El UE

puede recibir un mensaje de reconfiguración relacionado con la comunicación en una pluralidad de portadoras por el UE con señalización de portadoras cruzadas (bloque 1116). El UE puede determinar al menos un segundo formato de DCI (por ejemplo, formatos de DCI con CIF) para realizar un seguimiento en la primera portadora en base al mensaje de reconfiguración (bloque 1118). El UE puede realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI en la primera portadora después de recibir el mensaje de reconfiguración para detectar DCI enviada al UE (bloque 1120).

[0085] En un diseño, cada segundo formato de DCI puede comprender un primer formato de DCI correspondiente y al menos un campo adicional que admite señalización de portadoras cruzadas, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4. En un diseño, el al menos un campo adicional puede comprender un CIF, que puede indicar una portadora en la que está programada una transmisión de datos. El al menos un campo adicional también puede incluir campos diferentes y/u otros para admitir la señalización de portadoras cruzadas. En un diseño, el al menos un primer formato de DCI puede tener un primer tamaño, y el al menos un segundo formato de DCI puede tener un segundo tamaño que es diferente del primer tamaño.

[0086] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para ciertos formatos de DCI en la primera portadora. En un diseño, el al menos un primer formato de DCI puede incluir el formato de DCI 1A para concesiones de enlace descendente, o el formato DCI 0 para concesiones de enlace ascendente, o algunos otros formatos de DCI, o una combinación de los mismos. En un diseño, el al menos un segundo formato de DCI puede incluir el formato de DCI 1A' que comprende el formato de DCI 1A y el CIF, o el formato de DCI 0' que comprende el formato de DCI 0 y el CIF, o algunos otros formatos de DCI, o una combinación de los mismos.

[0087] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para un formato de DCI dependiente del modo. En otro diseño, el funcionamiento degradado puede no admitirse para un formato de DCI dependiente del modo. En este diseño, el UE puede determinar un tercer formato de DCI para realizar un seguimiento en la primera portadora antes de recibir el mensaje de reconfiguración. El UE puede realizar un seguimiento para el tercer formato de DCI en la primera portadora, antes de recibir el mensaje de reconfiguración, para detectar DCI enviada al UE. El UE puede determinar un cuarto formato de DCI para realizar un seguimiento en la primera portadora después de recibir el mensaje de reconfiguración. El UE puede realizar un seguimiento para el cuarto formato de DCI pero no el tercer formato de DCI en la primera portadora, después de recibir el mensaje de reconfiguración, para detectar DCI enviada al UE. El tercer y cuarto formatos de DCI pueden estar asociados con un modo de transmisión del UE en la primera portadora. Por ejemplo, el tercer formato de DCI puede ser cualquiera de los formatos de DCI mostrados en la tabla 1, y el cuarto formato de DCI puede comprender el tercer formato de DCI y el CIF.

[0088] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado en todas las portadoras. En otro diseño, el funcionamiento degradado puede estar limitado a una o más portadoras designadas. En este diseño, el UE puede realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI en un subconjunto de la pluralidad de portadoras después de recibir el mensaje de reconfiguración. Este subconjunto puede incluir la primera portadora, que puede ser una portadora principal. El UE puede realizar un seguimiento para el al menos un segundo formato de DCI pero no el al menos un primer formato de DCI en las restantes de la pluralidad de portadoras después de recibir el mensaje de reconfiguración.

[0089] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para todos los espacios de búsqueda en la primera portadora. Para el bloque 1120, el UE puede realizar un seguimiento para el al menos un segundo formato de DCI en todos los espacios de búsqueda para el UE en la primera portadora. En otro diseño, el funcionamiento degradado estar limitado a un subconjunto de los espacios de búsqueda para el UE en la primera portadora. Para el bloque 1120, el UE puede realizar un seguimiento para el al menos un segundo formato de DCI en un espacio de búsqueda específico del UE pero no en un espacio de búsqueda común, por ejemplo, como se muestra en la tabla 3.

[0090] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para todos los candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. El UE puede determinar una pluralidad de candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. El UE puede decodificar la pluralidad de candidatos a PDCCH en base al al menos un primer formato de DCI y también al al menos un segundo formato de DCI.

[0091] En otro diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para un subconjunto de los candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. El UE puede determinar un primer conjunto de candidatos a PDCCH y un segundo conjunto de candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. El UE puede decodificar el primer conjunto de candidatos a PDCCH para el al menos un primer formato de DCI pero no el al menos un segundo formato de DCI. El UE puede decodificar el segundo conjunto de candidatos a PDCCH para el al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI. En un diseño, el primer conjunto de candidatos a PDCCH puede ser para el espacio de búsqueda común para el UE en la primera portadora, y el segundo conjunto de candidatos a PDCCH puede ser para el espacio de búsqueda específico del UE para el UE en la primera portadora, como se muestra en la tabla 3. En otro diseño, el primer y segundo conjuntos de candidatos a PDCCH pueden corresponder a diferentes partes de un espacio de búsqueda para el UE en la primera portadora. En otro

diseño más, el primer y segundo conjuntos de candidatos a PDCCH pueden corresponder a diferentes partes de un nivel de agregación para un espacio de búsqueda para el UE en la primera portadora. El primer y segundo conjuntos de candidatos a PDCCH también se pueden definir de otras maneras.

[0092] En un diseño, se puede admitir un modo de seguimiento de transición. El UE puede determinar un tercer formato de DCI (por ejemplo, un formato de DCI dependiente del modo) para realizar un seguimiento en la primera portadora antes de recibir el mensaje de reconfiguración para detectar DCI enviada al UE. El UE puede realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI, pero no el tercer formato de DCI, en la primera portadora durante un intervalo de transición para la reconfiguración del UE en base al mensaje de reconfiguración (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 8). El UE puede determinar el principio del intervalo de transición en base a la hora a la que el UE recibe el mensaje de reconfiguración. El UE puede enviar un mensaje de reconfiguración terminada a la estación base y después de esto puede recibir un acuse de recibo para este mensaje. El UE puede determinar el final del intervalo de transición en base a (i) la hora T_x a la que el UE envía el mensaje de reconfiguración terminada o (ii) la hora T_y a la cual el UE recibe el acuse de recibo para el mensaje de reconfiguración terminada. El UE también puede determinar el final del intervalo de transición en base además a un temporizador, que se puede iniciar a la hora T_x o la hora T_y .

[0093] En un diseño, el funcionamiento degradado se puede activar cuando se agrega una nueva portadora para el UE, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 6. El UE puede recibir datos (i) en una única portadora (por ejemplo, la primera portadora) antes de recibir el mensaje de reconfiguración y (ii) en la pluralidad de portadoras con señalización de portadoras cruzadas después de recibir el mensaje de reconfiguración. En un diseño, el funcionamiento degradado se puede activar cuando se activa la señalización de portadoras cruzadas (o CIF), por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7. El UE puede recibir datos en la pluralidad de portadoras (i) sin señalización de portadoras cruzadas antes de recibir el mensaje de reconfiguración y (ii) con señalización de portadoras cruzadas después de recibir el mensaje de reconfiguración.

[0094] La FIG. 12 muestra un diseño de un proceso 1200 para enviar DCI en un sistema de comunicación inalámbrica. El proceso 1200 se puede realizar mediante una estación base/eNB (como se describe a continuación) o mediante alguna otra entidad. La estación base puede determinar al menos un primer formato de DCI seguido por un UE en una primera portadora (bloque 1212). La estación base puede enviar DCI en la primera portadora al UE en base al al menos un primer formato de DCI (bloque 1214). La estación base puede enviar al UE un mensaje de reconfiguración relacionado con una comunicación en una pluralidad de portadoras por el UE con señalización de portadoras cruzadas (bloque 1216). La estación base puede determinar al menos un segundo formato de DCI seguido por el UE en la primera portadora como respuesta al mensaje de reconfiguración (bloque 1218). La estación base puede enviar DCI en la primera portadora al UE en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI después de enviar el mensaje de reconfiguración (bloque 1220). El primer y el segundo formatos de DCI pueden ser como se describe anteriormente para la FIG. 11.

[0095] En un diseño, el funcionamiento degradado se puede admitir para ciertos formatos de DCI (por ejemplo, formatos de DCI 1A y 0) en la primera portadora. En un diseño, el funcionamiento degradado puede no admitirse para un formato de DCI dependiente del modo. La estación base puede determinar un tercer formato de DCI seguido por el UE en la primera portadora antes de enviar el mensaje de reconfiguración. La estación base puede enviar DCI en la primera portadora al UE en base además al tercer formato de DCI antes de enviar el mensaje de reconfiguración. La estación base puede determinar un cuarto formato de DCI seguido por el UE en la primera portadora después de enviar el mensaje de reconfiguración. La estación base puede enviar DCI en la primera portadora al UE en base además al cuarto formato de DCI pero no al tercer formato de DCI después de enviar el mensaje de reconfiguración. El tercer y cuarto formatos de DCI pueden estar asociados con un modo de transmisión del UE en la primera portadora.

[0096] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado en todas las portadoras. En otro diseño, el funcionamiento degradado puede estar limitado a una o más portadoras designadas. En este diseño, la estación base puede enviar DCI al UE en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI en un subconjunto de la pluralidad de portadoras después de enviar el mensaje de reconfiguración. La estación base puede enviar DCI al UE en base al al menos un segundo formato de DCI pero no al al menos un primer formato de DCI en las restantes de la pluralidad de portadoras después de enviar el mensaje de reconfiguración.

[0097] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para todos los espacios de búsqueda para el UE en la primera portadora. En otro diseño, el funcionamiento degradado puede estar limitado a un subconjunto de los espacios de búsqueda para el UE en la primera portadora. Por ejemplo, la estación base puede enviar DCI al UE en base al al menos un segundo formato de DCI en un espacio de búsqueda específico del UE pero no en un espacio de búsqueda común para el UE en la primera portadora, por ejemplo, como se muestra en la tabla 3.

[0098] En un diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para todos los candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. En otro diseño, se puede admitir el funcionamiento degradado para un subconjunto de los candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. Para este diseño, la estación base puede enviar DCI en base al al menos un primer formato de DCI pero no al al menos un segundo formato de DCI en un primer

conjunto de candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. La estación base puede enviar DCI en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI en un segundo conjunto de candidatos a PDCCH para el UE en la primera portadora. El primer y segundo conjuntos de candidatos a PDCCH se pueden definir de diversas maneras, como se describe anteriormente para la FIG. 11.

[0099] En un diseño, el funcionamiento degradado se puede activar cuando se agrega una nueva portadora para el UE, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 6. La estación base puede enviar datos al UE (i) en una sola portadora antes de enviar el mensaje de reconfiguración y (ii) en la pluralidad de portadoras con señalización de portadoras cruzadas después de enviar el mensaje de reconfiguración. En un diseño, el funcionamiento degradado se puede activar cuando se activa la señalización de portadoras cruzadas (o CIF), por ejemplo, como se muestra en la FIG. 7. La estación base puede enviar datos al UE en la pluralidad de portadoras (i) sin señalización de portadoras cruzadas antes de enviar el mensaje de reconfiguración y (ii) con señalización de portadoras cruzadas después de enviar el mensaje de reconfiguración.

[0100] En un diseño, la estación base puede enviar asignaciones/concesiones dobles. La estación base puede generar una primera concesión para una transmisión de datos al UE en base a uno del al menos un primer formato de DCI. La estación base puede generar una segunda concesión para la transmisión de datos al UE en base a uno del al menos un segundo formato de DCI. La estación base puede enviar la primera y la segunda concesiones al UE, por ejemplo, en la misma subtrama.

[0101] La FIG. 13 muestra un diagrama de bloques de un diseño de una estación base/eNB 110 y un UE 120, que pueden ser una de las estaciones base/eNB y uno de los UE de la FIG. 1. La estación base 110 puede estar provista de T antenas 1334a a 1334t, y el UE 120 puede estar provisto de R antenas 1352a a 1352r, donde, en general, $T \geq 1$ y $R \geq 1$.

[0102] En la estación base 110, un procesador de transmisión 1320 puede recibir datos desde una fuente de datos 1312 para uno o más UE programados para la transmisión de datos por el enlace descendente, procesar (por ejemplo, codificar y modular) los datos para cada UE en base a uno o más sistemas de modulación y codificación seleccionados para ese UE, y proporcionar símbolos de datos para todos los UE. El procesador de transmisión 1320 también puede procesar información de control (por ejemplo, concesiones, mensajes de configuración, etc.) y proporcionar símbolos de control. El procesador de transmisión 1320 también puede generar símbolos de referencia para señales de sincronización y señales de referencia. Un procesador MIMO de transmisión (TX) 1330 puede precodificar los símbolos de datos, los símbolos de control y/o los símbolos de referencia (si procede) y proporcionar T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MOD) 1332a a 1332t. Cada modulador 1332 puede procesar su flujo de símbolos de salida (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 1332 puede acondicionar adicionalmente (por ejemplo, convertir a analógico, filtrar, amplificar y aumentar en frecuencia) su flujo de muestras de salida y generar una señal de enlace descendente. Se pueden transmitir T señales de enlace descendente desde los moduladores 1332a a 1332t por medio de T antenas 1334a a 1334t, respectivamente.

[0103] En el UE 120, R antenas 1352a a 1352r pueden recibir las señales de enlace descendente desde la estación base 110, y cada antena 1352 puede proporcionar una señal recibida a un desmodulador asociado (DESMOD) 1354. Cada desmodulador 1354 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, disminuir en frecuencia y digitalizar) su señal recibida para obtener muestras y puede procesar adicionalmente las muestras (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 1360 puede obtener símbolos recibidos desde todos los desmoduladores 1354, realizar una detección MIMO en los símbolos recibidos, si procede, y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 1370 puede procesar (por ejemplo, desmodular y decodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos descodificados para el UE 120 a un colector de datos 1372 y proporcionar información de control descodificada a un controlador/procesador 1390.

[0104] En el enlace ascendente, en el UE 120, los datos de una fuente de datos 1378, la información de control (por ejemplo, información de ACK, información de CQI, etc.) del controlador/procesador 1390 y las señales de referencia se pueden procesar mediante un procesador de transmisión 1380, precodificar mediante un procesador MIMO TX 1382, si procede, procesar adicionalmente mediante unos moduladores 1354a a 1354r y transmitir a la estación base 110. En la estación base 110, las señales de enlace ascendente desde el UE 120 se pueden recibir mediante las antenas 1334, procesar mediante los desmoduladores 1332, detectar mediante un detector MIMO 1336, si procede, y procesar adicionalmente mediante un procesador de recepción 1338 para recuperar los datos y la información de control enviados por el UE 120. El procesador 1338 puede proporcionar los datos recuperados a un colector de datos 1339 y puede proporcionar la información de control recuperada a un controlador/procesador 1340.

[0105] Los controladores/procesadores 1340 y 1390 pueden dirigir el funcionamiento en la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. El procesador 1320, el procesador 1340 y/u otros procesadores y módulos de la estación base 110 pueden realizar o dirigir el proceso 1200 en la FIG. 12 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. El procesador 1370, el procesador 1390 y/u otros procesadores y módulos del UE 120 pueden realizar o dirigir el proceso 1100 de la FIG. 11 y/u otros procesos para las técnicas descritas

en el presente documento. Las memorias 1342 y 1392 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. Un programador 1344 puede programar el UE 120 y/u otros UE para la transmisión de datos en el enlace descendente y/o en el enlace ascendente. El procesador 1320, el procesador 1340, el programador 1344 y/u otros procesadores y módulos de la estación base 110 pueden implementar el módulo 900 de la FIG. 9. El procesador 1370, el procesador 1390 y/u otros procesadores y módulos del UE 120 pueden implementar el módulo 1000 de la FIG. 10.

[0106] En una configuración, el aparato 120 para comunicación inalámbrica puede incluir medios para determinar al menos un primer formato de DCI para realizar un seguimiento en una primera portadora en un UE, medios para realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI en la primera portadora para detectar DCI enviada al UE, medios para recibir en el UE un mensaje de reconfiguración relacionado con la comunicación en una pluralidad de portadoras por el UE con señalización de portadoras cruzadas, medios para determinar al menos un segundo formato de DCI para realizar un seguimiento en la primera portadora en el UE en base al mensaje de reconfiguración, y medios para realizar un seguimiento para el al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI en la primera portadora después de recibir el mensaje de reconfiguración para detectar DCI enviada al UE.

[0107] En una configuración, el aparato 110 para comunicación inalámbrica puede incluir medios para determinar al menos un primer formato de DCI seguido por un UE en una primera portadora, medios para enviar DCI en la primera portadora al UE en base al al menos un primer formato de DCI, medios para enviar al UE un mensaje de reconfiguración relacionado con la comunicación en una pluralidad de portadoras por el UE con señalización de portadoras cruzadas, medios para determinar al menos un segundo formato de DCI seguido por el UE en la primera portadora como respuesta al mensaje de reconfiguración, y medios para enviar DCI en la primera portadora al UE en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI después de enviar el mensaje de reconfiguración.

[0108] En un aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden incluir el (los) procesador(es) 1320, 1338 y/o 1340 en la estación base 110 y/o el (los) procesador(es) 1370, 1380 y/o 1390 en el UE 120, que pueden estar configurados para realizar las funciones citadas mediante los medios mencionados anteriormente. En otro aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden ser uno o más módulos o cualquier aparato configurado para realizar las funciones citadas mediante los medios mencionados anteriormente.

[0109] Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los mandatos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que se puedan haber mencionado a lo largo de la descripción anterior se pueden representar mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0110] Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con la divulgación del presente documento, se pueden implementar como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito en general diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativas en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de distintas maneras para cada aplicación particular, pero no se debería interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

[0111] Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la divulgación del presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables *in situ* (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable, lógica de puertas discretas o lógica de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[0112] Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con la divulgación del presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, una memoria flash, una memoria ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, unos registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de modo que el procesador puede leer

información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

[0113] En uno o más diseños a modo de ejemplo, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir, por, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilita la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de uso general o de uso especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se puede usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se puede acceder mediante un ordenador de uso general o de uso especial, o un procesador de uso general o de uso especial. Además, cualquier conexión recibe adecuadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o unas tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, de los cuales el disco flexible normalmente reproduce datos magnéticamente, mientras que el resto de los discos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también se deberían incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0114] La descripción anterior de la divulgación se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones a la divulgación resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variantes sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la divulgación no se pretende limitar a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le debe conceder el alcance más amplio de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

5 realizar un seguimiento (1114), en un equipo de usuario, UE (120), de información de control de enlace descendente, DCI, de una primera portadora recibida por el UE (120), estando basado el seguimiento en al menos un primer formato de DCI;

10 recibir (1116), en el UE (120), un mensaje de reconfiguración que indica una transición entre una señalización de control de enlace descendente sin señalización de portadoras cruzadas y una señalización de control de enlace descendente con señalización de portadoras cruzadas; **caracterizado por**

15 realizar un seguimiento (1120), en el UE (120), después de recibir el mensaje de reconfiguración, DCI desde la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al menos un segundo formato de DCI, incluyendo el seguimiento realizar un seguimiento de un primer conjunto de elementos de canal de enlace descendente recibidos de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y realizar un seguimiento de un segundo conjunto de elementos de canal de enlace descendente recibidos de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI, en el que el primer conjunto de elementos de canal de enlace descendente recibidos corresponde a un espacio de búsqueda común en la primera portadora, y en el que el segundo conjunto de elementos de canal de enlace descendente recibidos corresponde a un espacio de búsqueda específico de UE en la primera portadora.

25 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el segundo formato de DCI es un formato de DCI que admite señalización de portadoras cruzadas y comprende un formato de DCI correspondiente que no admite señalización de portadoras cruzadas y al menos un campo adicional que admite señalización de portadoras cruzadas.

30 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el al menos un campo adicional comprende un campo de indicación de portadoras cruzadas, CIF, que indica una portadora en la que está programada una transmisión de datos.

35 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el al menos un primer formato de DCI tiene un primer tamaño, y en el que el al menos un segundo formato de DCI tiene un segundo tamaño diferente del primer tamaño.

5. Un equipo de usuario, UE (120), para comunicación inalámbrica, que comprende:

40 medios para realizar un seguimiento para información de control de enlace descendente, DCI, en una primera portadora recibida por el UE (120), incluyendo el seguimiento realizar un seguimiento de un primer conjunto de elementos de canal de control de enlace descendente recibidos de la primera portadora en base a al menos un primer formato de DCI;

45 medios para recibir un mensaje de reconfiguración que indica una transición entre una señalización de control de enlace descendente sin señalización de portadoras cruzadas y una señalización de control de enlace descendente con señalización de portadoras cruzadas; **caracterizado por,**

50 medios para realizar un seguimiento, después de recibir el mensaje de reconfiguración, para DCI en la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al menos un segundo formato de DCI, incluyendo el seguimiento realizar un seguimiento del primer conjunto de elementos de canal de control de enlace descendente recibidos de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y realizar un seguimiento de un segundo conjunto de elementos de canal de control de enlace descendente recibidos de la primera portadora en base a uno del al menos un primer formato de DCI y el al menos un segundo formato de DCI, en el que el primer conjunto de elementos del canal de control de enlace descendente recibidos corresponde a un espacio de búsqueda común en la primera portadora, y en el que el segundo conjunto de elementos de canal de control de enlace descendente recibidos corresponde a un espacio de búsqueda específico de UE en la primera portadora.

- 60 6. Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

enviar (1214) información de control de enlace descendente, DCI, desde una primera portadora hasta un equipo de usuario, UE (120), estando basado el envío en al menos un primer formato de DCI;

65 enviar (1216) al UE (120) un mensaje de reconfiguración que indica una transición entre una señalización de control de enlace descendente sin señalización de portadoras cruzadas y una

señalización de control de enlace descendente con señalización de portadoras cruzadas; **caracterizado por** enviar (1220) al UE (120) después de enviar el mensaje de reconfiguración, DCI desde la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al menos un segundo formato de DCI, incluyendo el envío enviar un primer conjunto de elementos de canal de enlace descendente de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y enviar un segundo conjunto de elementos de canal de enlace descendente de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI, en el que el primer conjunto de elementos de canal de enlace descendente corresponde a un espacio de búsqueda común en la primera portadora, y en el que el segundo conjunto de elementos de canal de enlace descendente corresponde a un espacio de búsqueda específico de UE en la primera portadora.

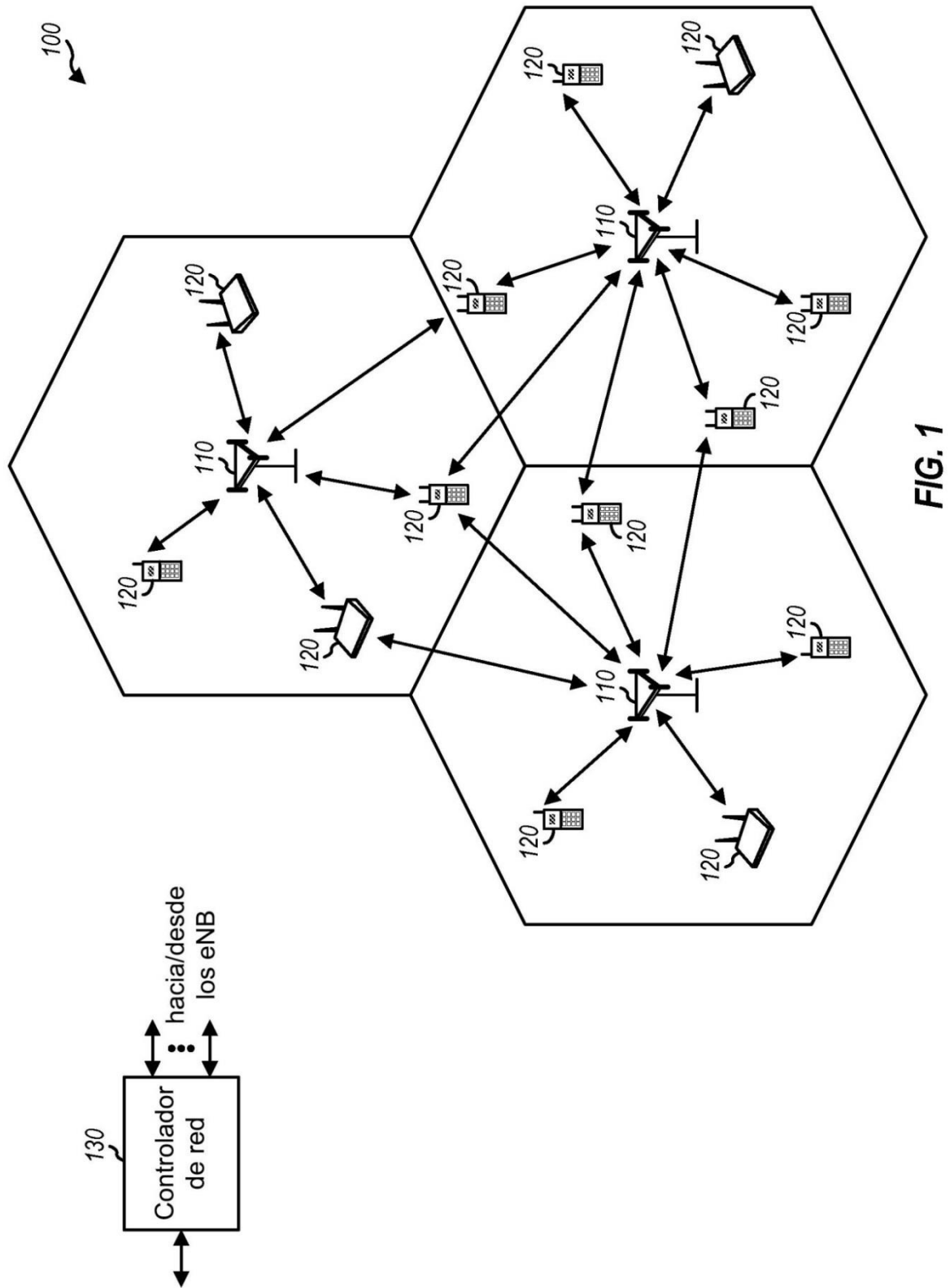
7. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios para enviar información de control de enlace descendente, DCI desde una primera portadora hasta un equipo de usuario, UE (120), estando basado el envío en al menos un primer formato de DCI;

medios para enviar al UE (120) un mensaje de reconfiguración que indica una transición entre una señalización de control de enlace descendente sin señalización de portadoras cruzadas y una señalización de control de enlace descendente con señalización de portadoras cruzadas; **caracterizado por,**

medios para enviar al UE (120) después de enviar el mensaje de reconfiguración, DCI desde la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al menos un segundo formato de DCI, incluyendo el envío enviar un primer conjunto de elementos de canal de enlace descendente de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y enviar un segundo conjunto de elementos de canal de enlace descendente de la primera portadora en base al al menos un primer formato de DCI y al al menos un segundo formato de DCI, en el que el primer conjunto de elementos de canal de enlace descendente corresponde a un espacio de búsqueda común en la primera portadora, y en el que el segundo conjunto de elementos de canal de enlace descendente corresponde a un espacio de búsqueda específico de UE en la primera portadora.

8. Un producto de programa informático, que comprende un medio no transitorio legible por ordenador que comprende un código para hacer que al menos un ordenador determine que se lleve a cabo un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y 6.



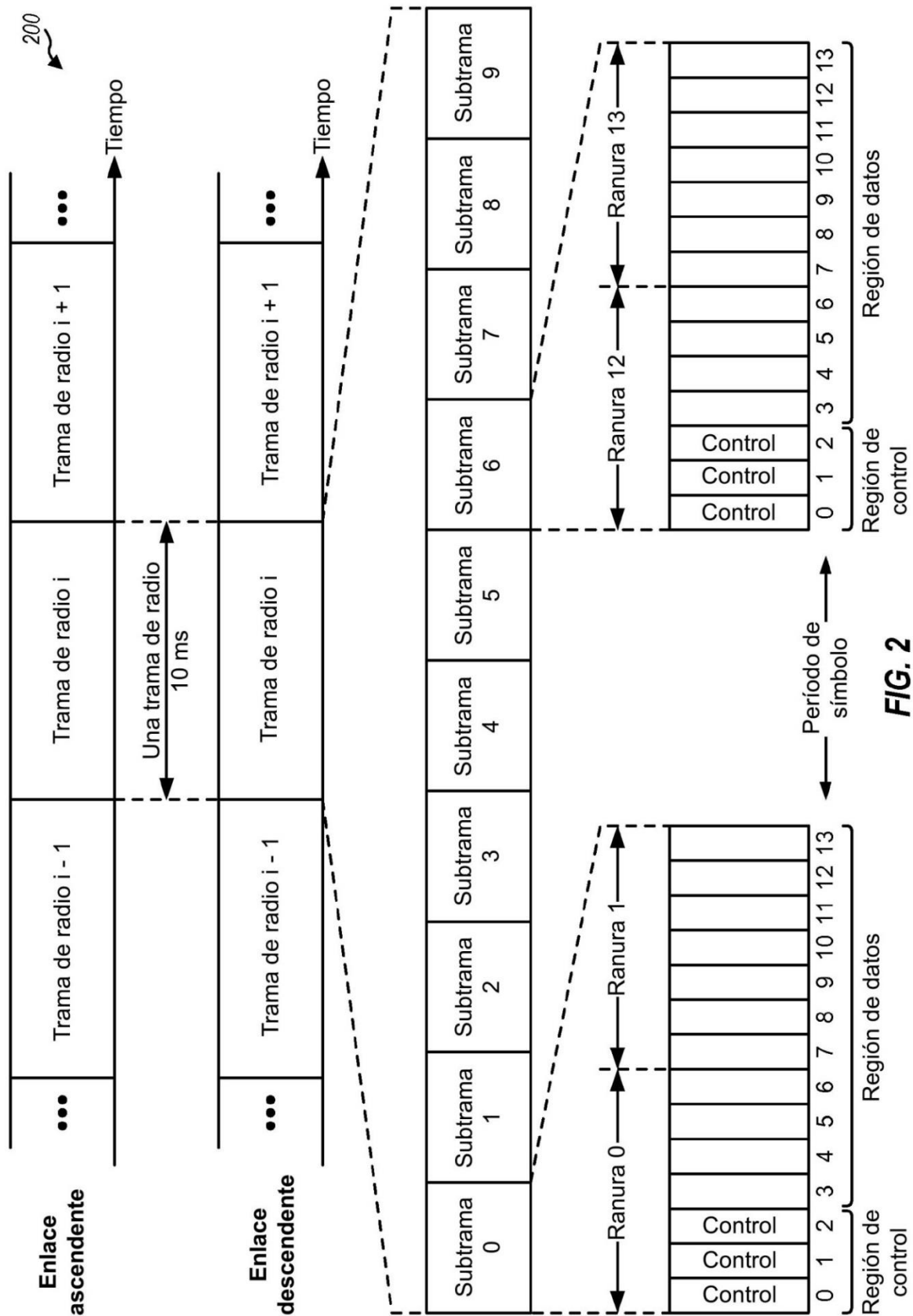


FIG. 2

Funcionamiento de portadora única

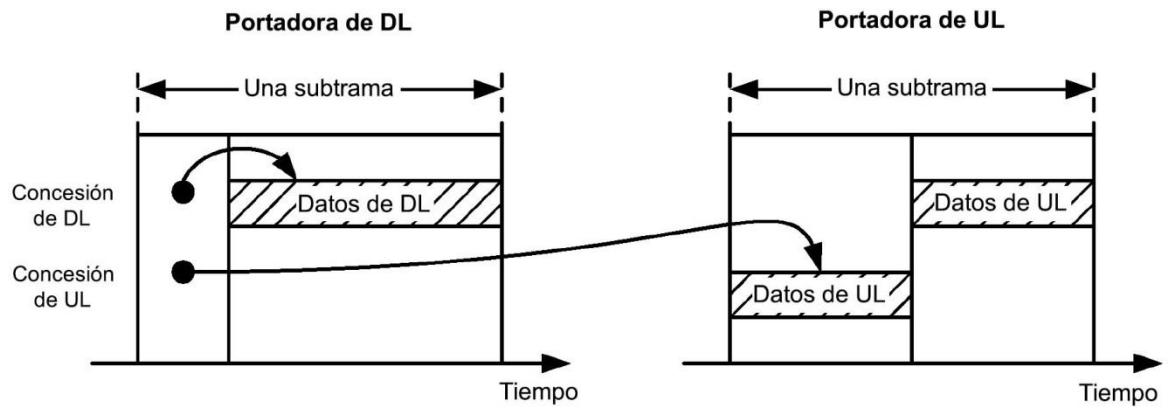


FIG. 3A

Funcionamiento multiportadora sin señalización de portadoras cruzadas

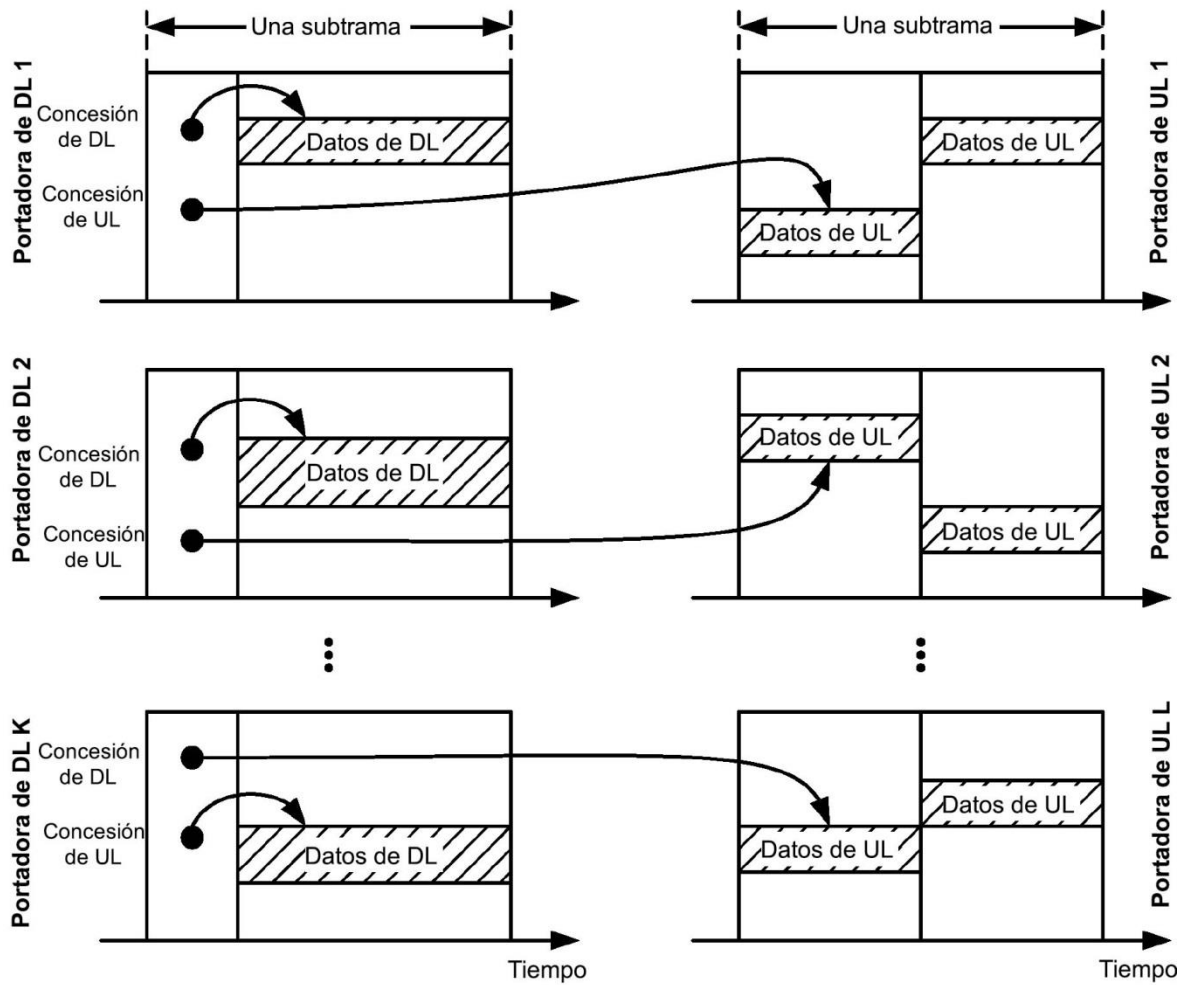


FIG. 3B

Funcionamiento multiportadora con señalización de portadoras cruzadas

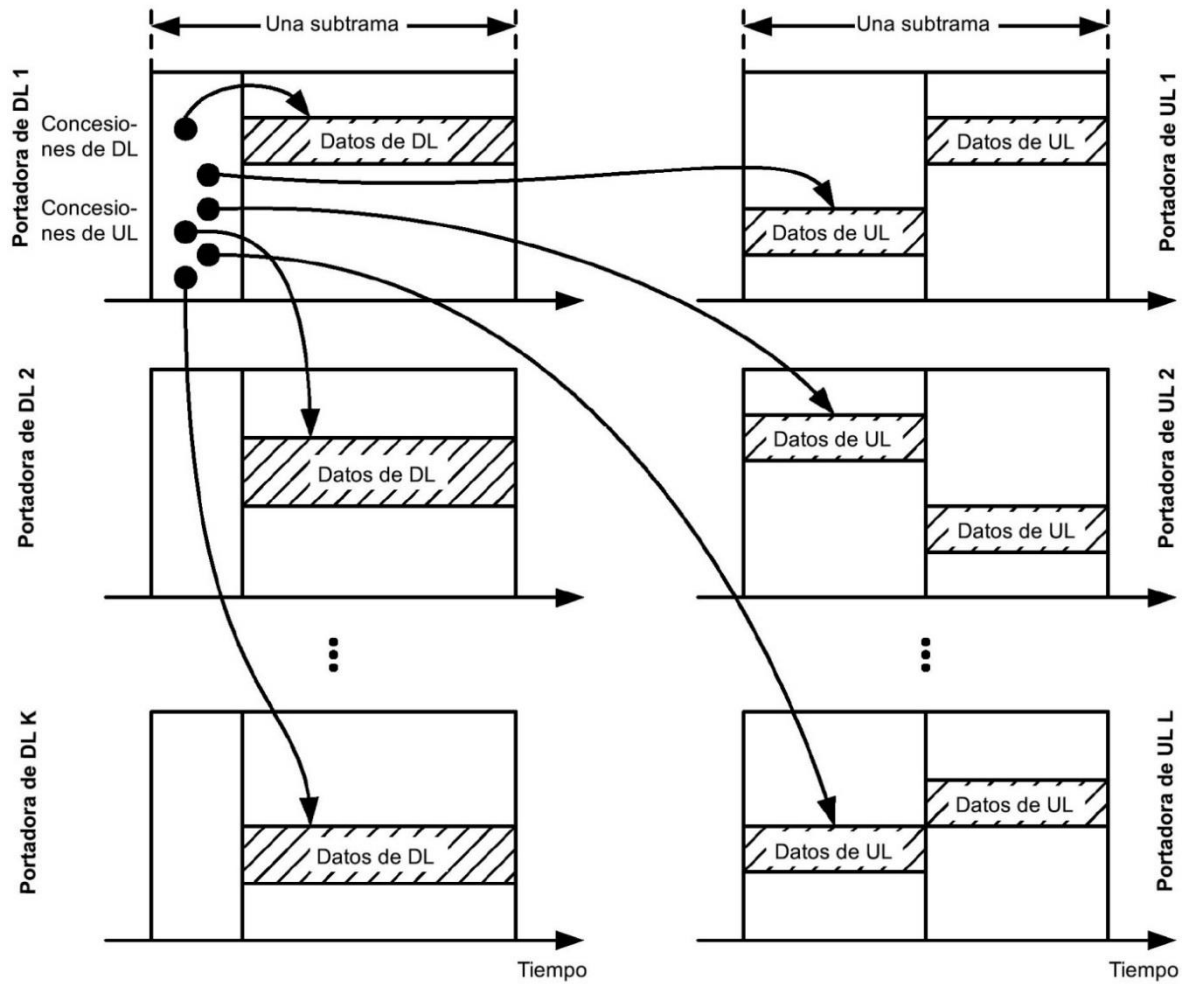


FIG. 3C



FIG. 4

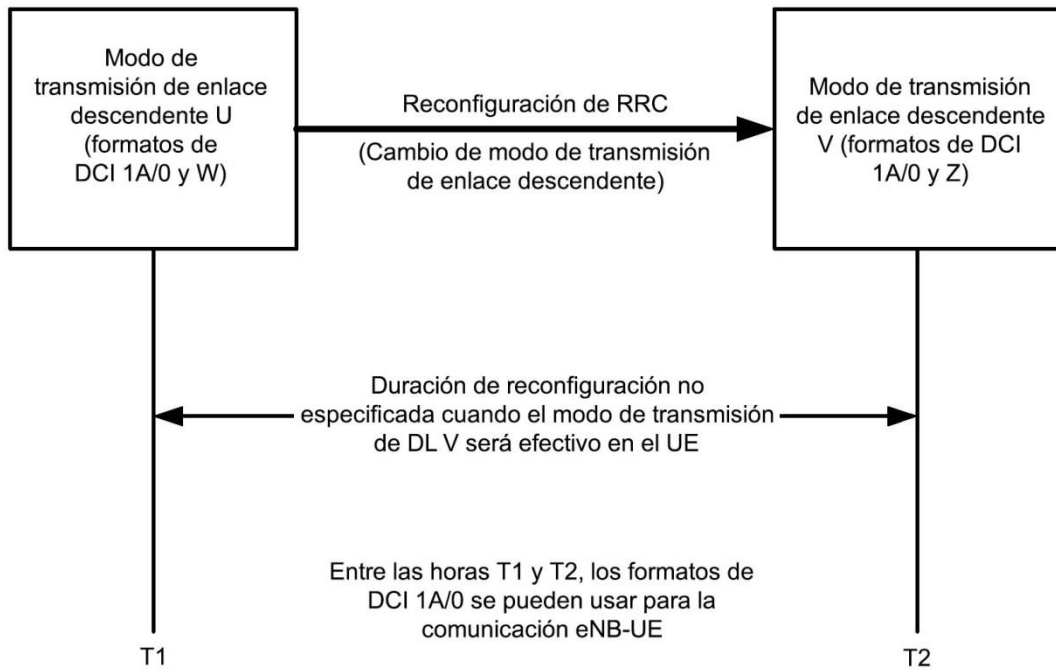


FIG. 5A

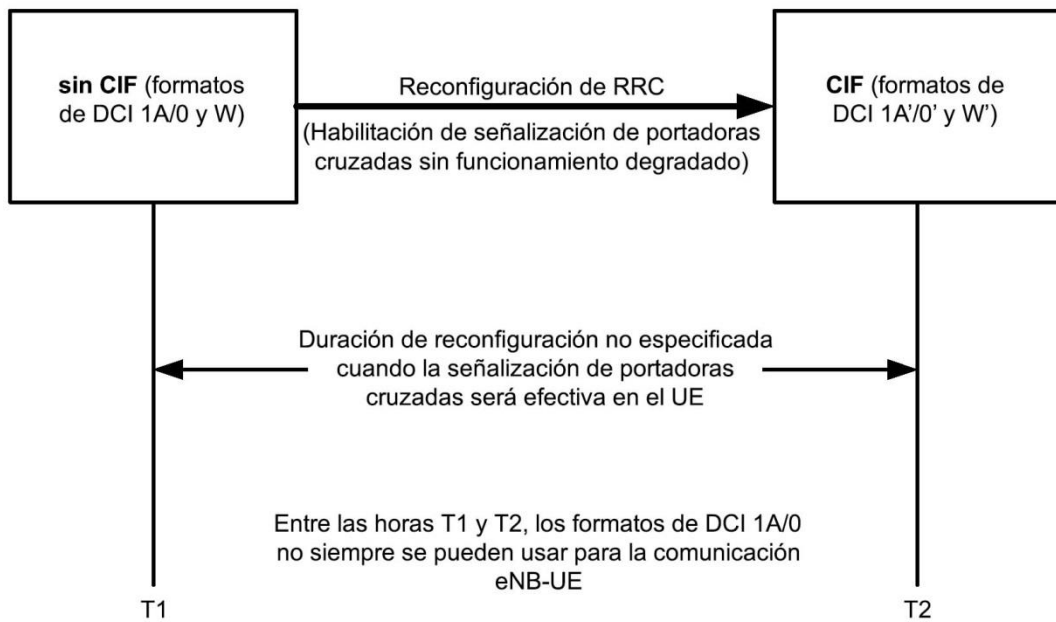


FIG. 5B

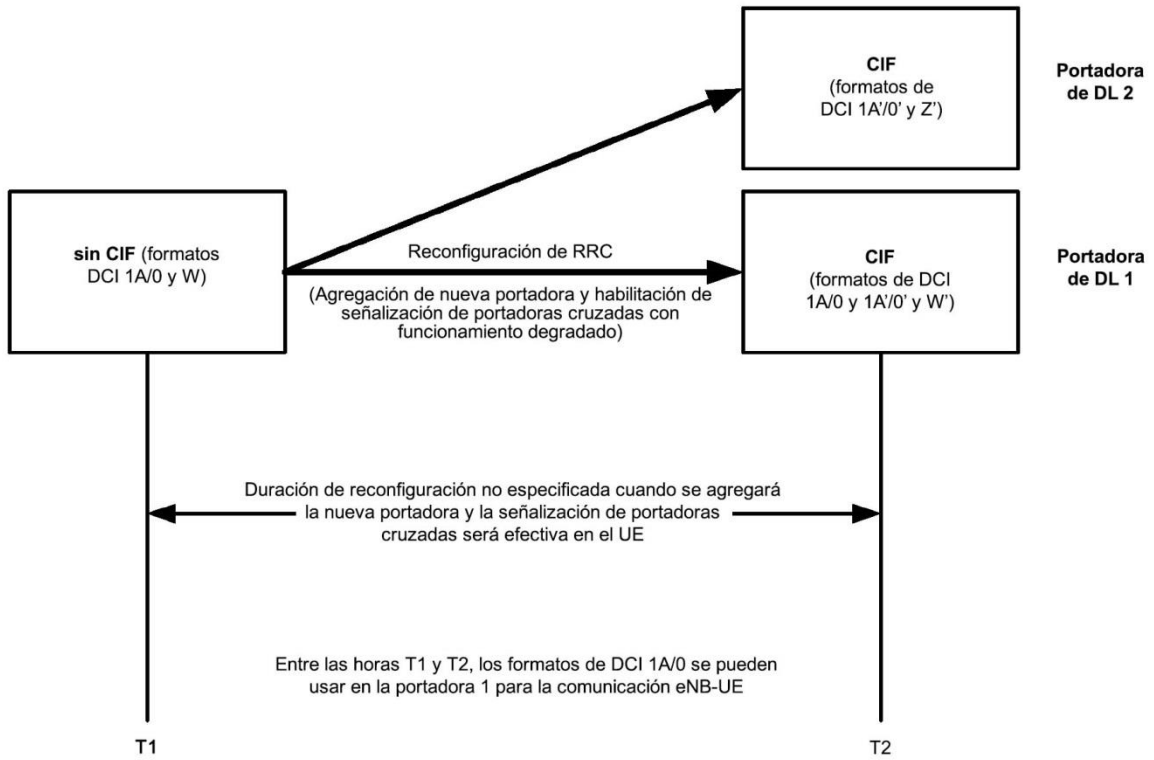


FIG. 6

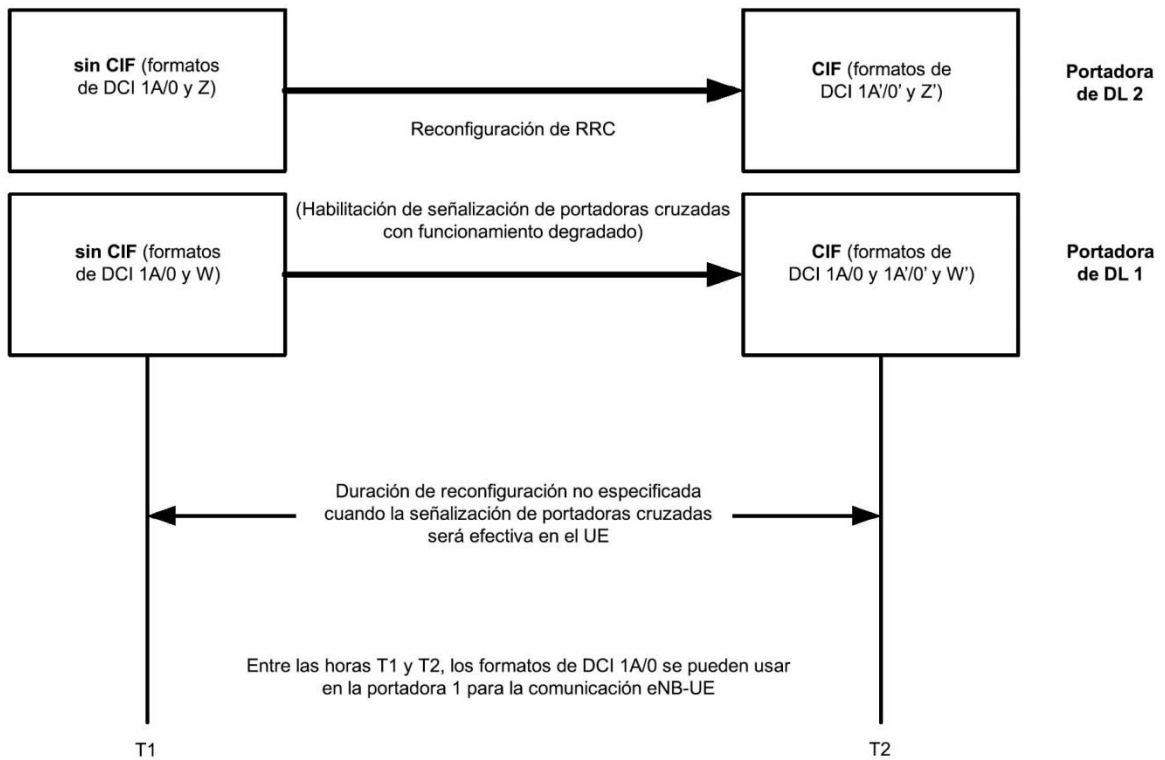


FIG. 7

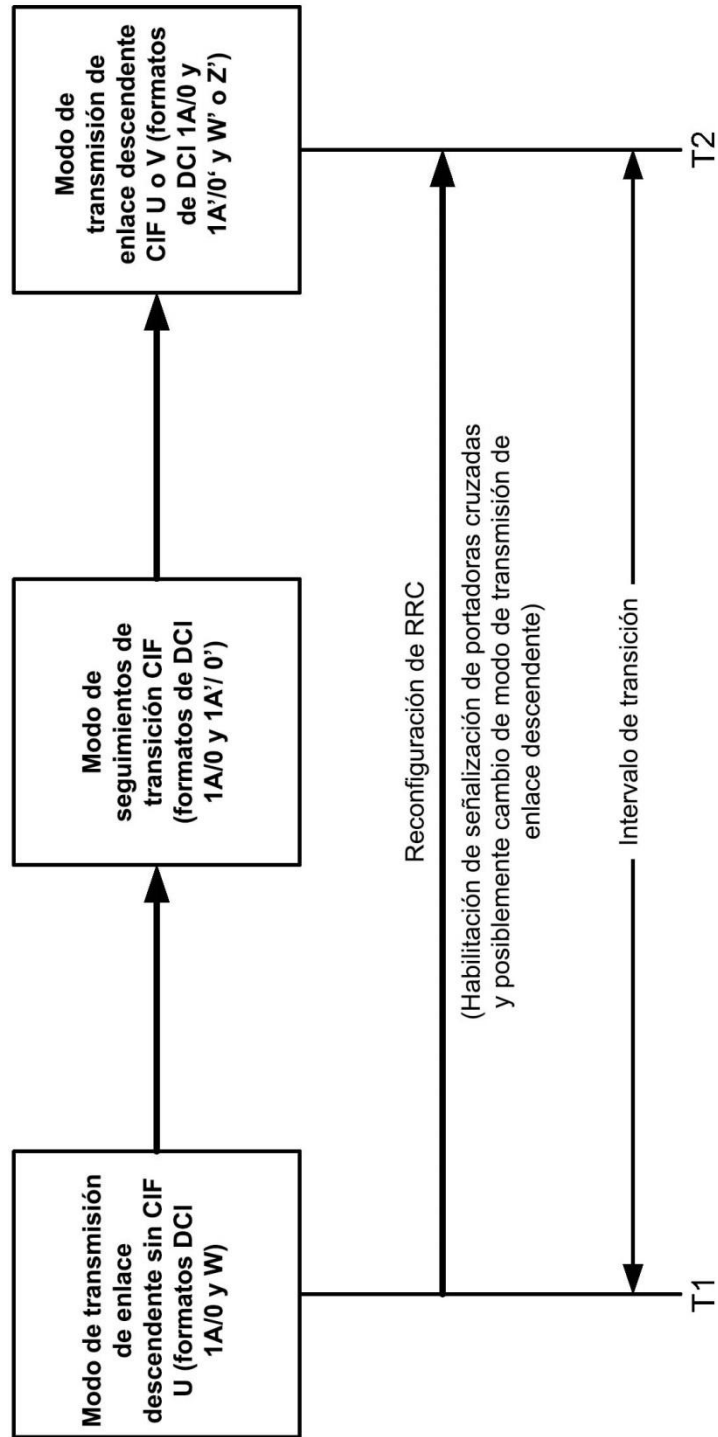


FIG. 8

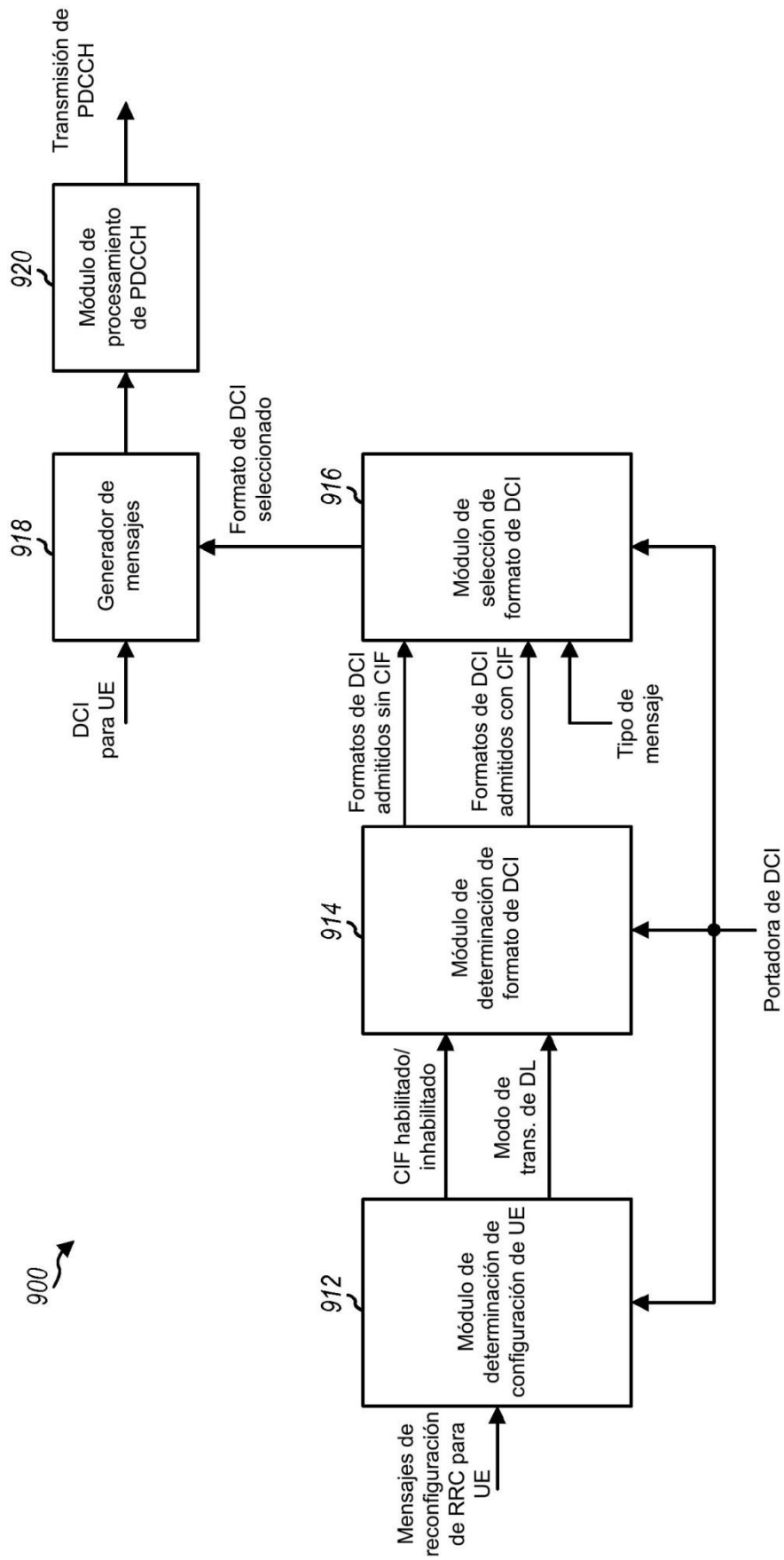


FIG. 9

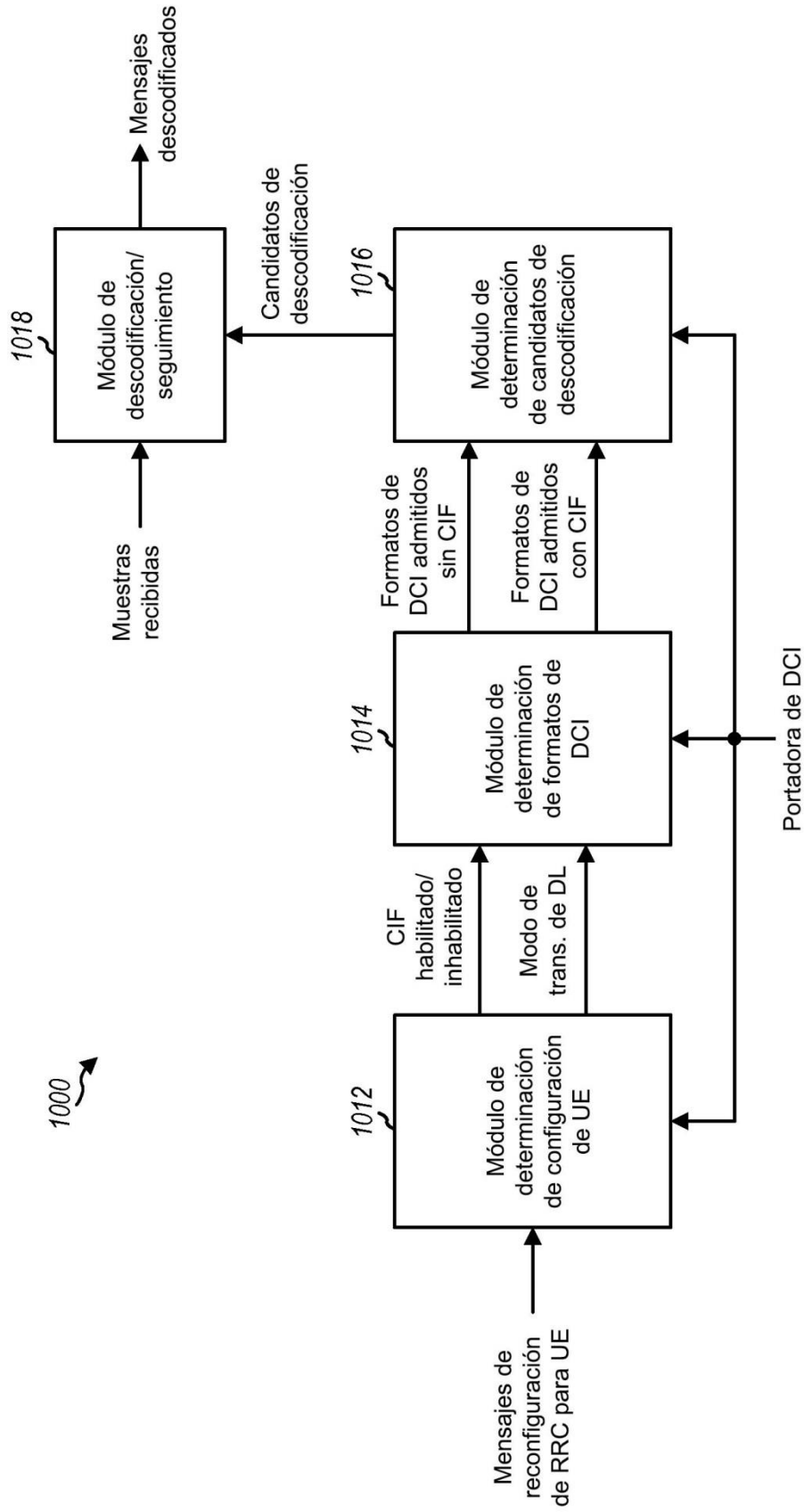


FIG. 10

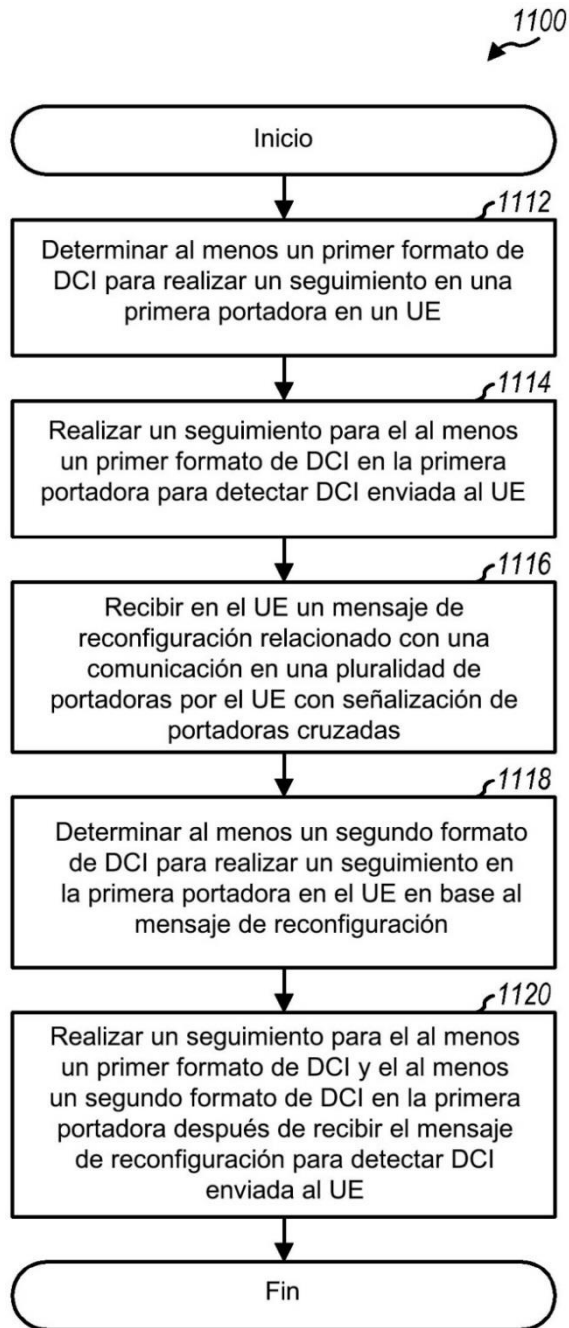


FIG. 11

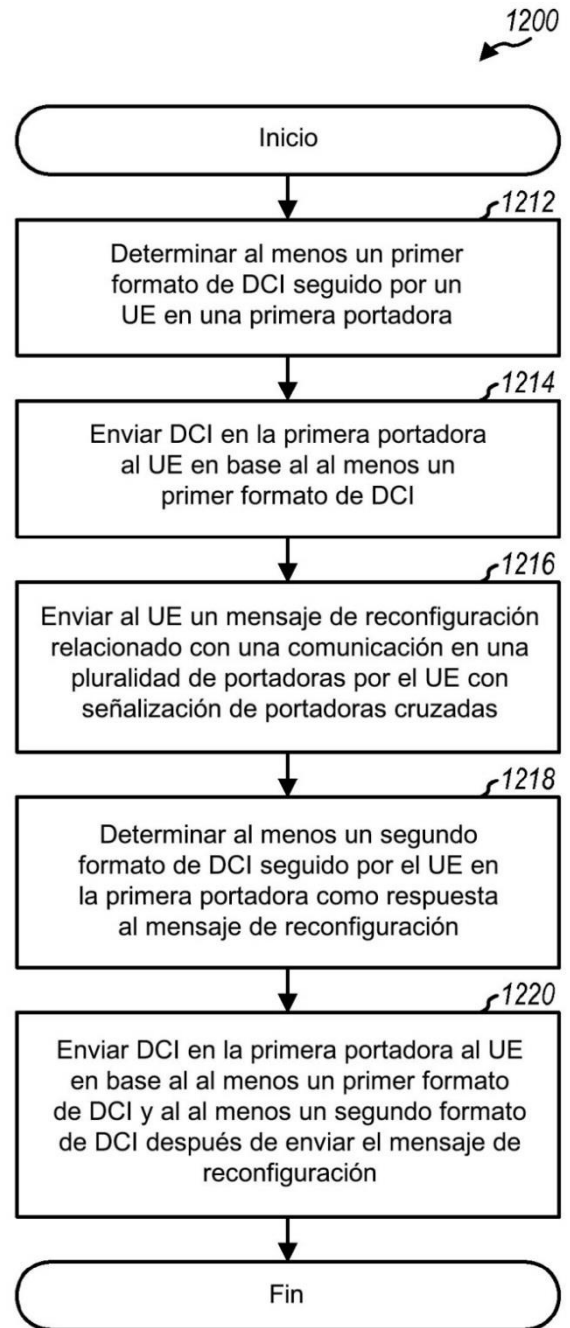


FIG. 12

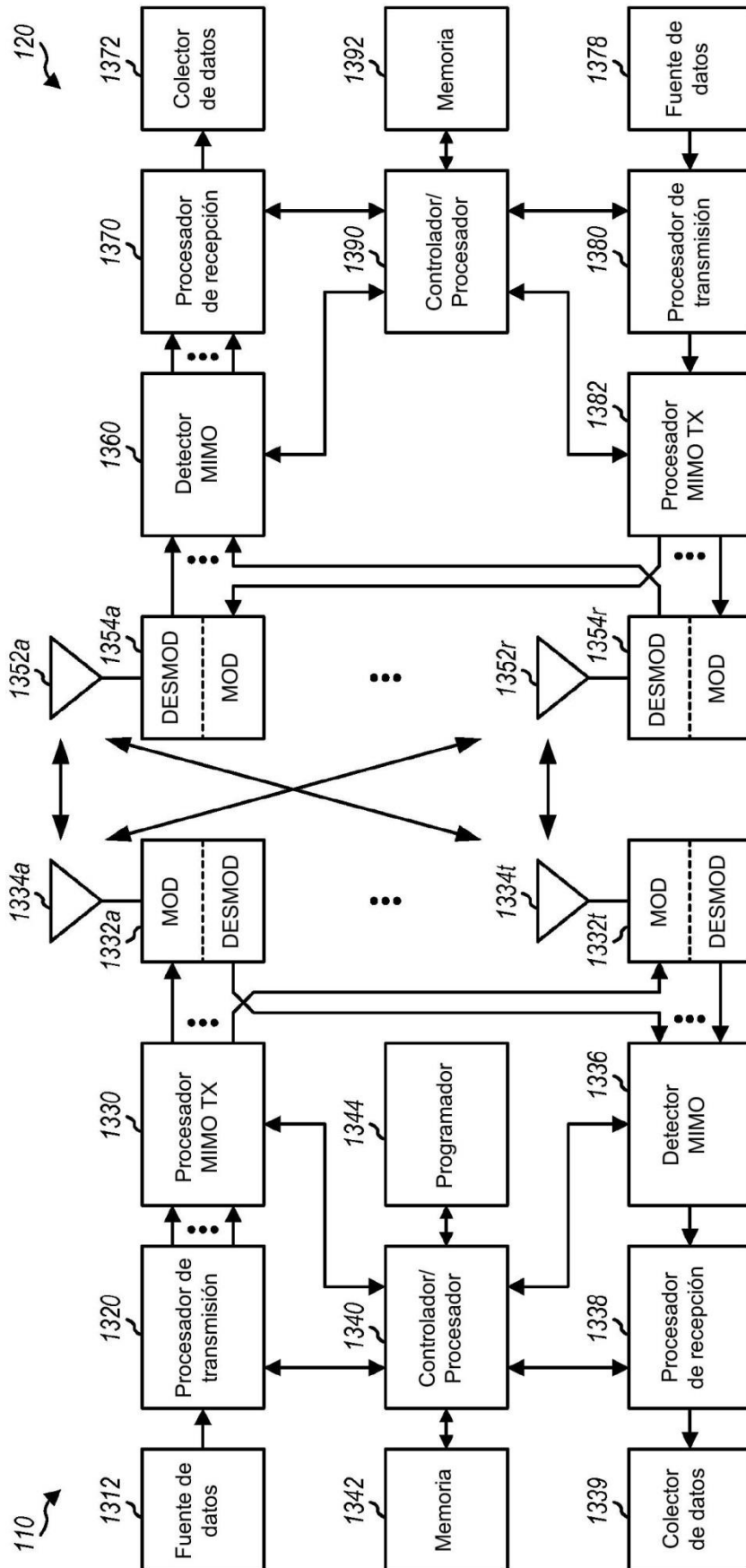


FIG. 13