

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 455**

51 Int. Cl.:

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04L 5/14** (2006.01)

**H04W 72/00** (2009.01)

**H04W 72/12** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2012 PCT/US2012/033069**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012 WO12142123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2012 E 12717528 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.10.2021 EP 2697925**

54 Título: **Transmisión de información de control para agregación de portadoras FDD-TDD**

30 Prioridad:

**11.04.2011 US 201161474219 P**  
**10.04.2012 US 201213443387**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.03.2022**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**CHEN, WANSHI y**  
**DAMNJANOVIC, JELENA M.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 897 455 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

Transmisión de información de control para agregación de portadoras FDD-TDD

5 Reivindicación de prioridad en virtud de 35 U.S.C. apartado 119

La presente solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud provisional de Estados Unidos n.º de serie 61/474 219, titulada "SEARCH SPACE DESIGN FOR FDD-TDD CARRIER AGGREGATION", presentada el 11 de abril de 2011.

10 ANTECEDENTES

I. Campo

15 La presente divulgación se refiere en general a la comunicación y, de forma más específica, a técnicas para transmitir información de control en una red de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

20 Las redes de comunicación inalámbrica están ampliamente implementadas para proporcionar diversos contenidos de comunicación tales como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, difusión etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple que pueden soportar múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles. Ejemplos de dichas redes de acceso múltiple incluyen redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes de FDMA ortogonal (OFDMA) y redes de FDMA de única portadora (SC-FDMA).

25 Una red de comunicación inalámbrica puede incluir varias estaciones base que pueden soportar la comunicación para varios equipos de usuario (UE). Un UE se puede comunicar con una estación base por medio del enlace descendente y del 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.

30 El artículo científico Ratasuk *et al.*: "Carrier Aggregation en LTE-Advanced" proporciona una descripción general de la agregación de portadoras y analiza los principales problemas técnicos, incluida la estructura de agregación, los escenarios, la implementación, el diseño de la señal de control y la coexistencia de los sistemas LTE heredados. Divulga el envío a diferentes mensajes de información de control de enlace descendente (DCI) que se refieren a dos portadoras diferentes a través de una portadora. Ambos mensajes se basan en una estructura de subvención separada.

35 La publicación de solicitud internacional WO 2011/008049 A2 en general se relaciona con la realización de una solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) en sistemas de múltiples portadoras. Por lo tanto, divulga que si se produce una transferencia de una portadora de componentes a otra, la HARQ realizada en una portadora de componentes anterior se puede realizar posteriormente en una nueva portadora de componentes. Además, divulga la descodificación ciega de mensajes DCI en un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH). Además, la planificación de portadora cruzada se describe entre una pluralidad de CC. Por lo tanto, un canal compartido físico de enlace descendente (PDSCH) de una CC # 2 se indica mediante una concesión de enlace descendente de un PDCCH de una CC # 1 de enlace descendente.

40 La publicación de solicitud internacional WO2010/013963 A2 en general se refiere a un procedimiento de transmisión de información de control en sistemas de comunicación inalámbrica. Por lo tanto, divulga la transmisión de una primera información de control y una segunda información de control a través de una portadora de componentes de enlace ascendente, en la que la primera información de control es para una primera CC de enlace descendente y la segunda información de control es para una segunda CC de enlace descendente. Esto se hace enlazando portadoras CC de enlace descendente y portadoras de CC de enlace ascendente.

45 La solicitud de patente europea EP 2282575 A1 en general se refiere a informes de calidad en un sistema de comunicaciones móviles y a minimizar la sobrecarga de señalización de control de enlace descendente para la selección de portadoras de componentes sobre las que se informará. Por lo tanto, divulga el uso del denominado indicador de solicitud CQI. Si se establece dicho indicador, un segundo bit de información de control adicional se interpreta como solicitudes de CQI adicionales que desencadenan informes de calidad para canales adicionales.

50 El documento US 2011/0076962 facilita la configuración y asignación de información de control asociada con las transmisiones de un sistema de comunicación inalámbrica. En sistemas que utilizan portadoras de múltiples componentes, la señalización de portadora cruzada puede usarse para transportar la información de control asociada con una portadora de componentes en una portadora de componentes diferente. Al permitir que los mensajes de información de control compartan sus espacios de búsqueda asignados, el número de intentos de descodificación

necesarios para obtener información de control puede mantenerse dentro de los límites deseables mientras se mejora la planificación y la flexibilidad de asignación de recursos.

Una red de comunicación inalámbrica puede dar soporte al funcionamiento en múltiples portadoras de componentes (CC). Una CC puede referirse a un intervalo de frecuencias utilizadas para la comunicación y puede asociarse a ciertas características. Por ejemplo, una CC puede estar asociada a información del sistema que define el funcionamiento en la CC. Una CC también se puede denominar portadora, canal de frecuencia, célula, etc. Una estación base puede enviar datos e información de control de enlace descendente (DCI) en una o más CC a un UE. El UE puede enviar datos e información de control de enlace ascendente (UCI) en una o más CC a la estación base.

## SUMARIO

La invención se define por las reivindicaciones independientes. En lo que sigue, las partes de la descripción y los dibujos que se refieren a modos de realización que no están cubiertos por las reivindicaciones no se presentan como modos de realización de la invención, sino como técnica anterior o ejemplos útiles para entender la invención.

En particular, los ejemplos relacionados con las figuras 4A, 4B, 6 y 8 no están de acuerdo con la invención y están presentes solo con fines ilustrativos.

A continuación, se describen en más detalle diversos aspectos y características de la divulgación.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra una red de comunicación inalámbrica.

La FIG. 2A muestra una estructura de tramas a modo de ejemplo para FDD.

La FIG. 2B muestra una estructura de tramas a modo de ejemplo para TDD.

La FIG. 3A muestra la agregación de portadoras con CC contiguas.

La FIG. 3B muestra la agregación de portadoras con CC no contiguas.

La FIG. 4A muestra el funcionamiento de portadora única.

La FIG. 4B muestra la agregación de portadoras sin señalización de portadora cruzada.

La FIG. 4C muestra la agregación de portadoras con señalización de portadora cruzada.

La FIG. 5 muestra un ejemplo de múltiples espacios de búsqueda específicos de UE para una CC con señalización de portadora cruzada.

La FIG. 6 muestra un ejemplo de uso compartido de espacios de búsqueda.

La FIG. 7 muestra un ejemplo de tres CC con diferentes configuraciones.

La FIG. 8 muestra un ejemplo de señalización de portadora cruzada para dos CC.

La FIG. 9 muestra un proceso para transmitir información de control.

La FIG. 10 muestra un proceso para recibir información de control.

La FIG. 11 muestra un diagrama de bloques de una estación base y un UE.

La FIG. 12 muestra otro diagrama de bloques de una estación base y un UE.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar en diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como redes de CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras redes inalámbricas. Los términos "red" y "sistema" se usan a menudo de manera intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como el acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA síncrono por división de tiempo (TD-SCDMA) y otras variantes de CDMA. cdma2000 cubre las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra-móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi y Wi-Fi directo), IEEE 802.16

(WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP y la LTE avanzada (LTE-A), tanto en FDD como TDD, son nuevas versiones del UMTS que usan E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). cdma2000 y UMB se describen en documentos de una organización denominada "Segundo Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para las redes inalámbricas y las tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como para otras redes inalámbricas y tecnologías de radio. Para mayor claridad, determinados aspectos de las técnicas se describen a continuación para LTE/LTE-A, usándose la terminología de LTE/LTE-A en gran parte de la siguiente descripción.

La FIG. 1 muestra una red de comunicación inalámbrica 100, que puede ser una red de LTE o alguna otra red inalámbrica. La red inalámbrica 100 puede incluir un número de nodos B evolucionados (eNB) 110 y otras entidades de red. Un eNB puede ser una estación 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. En 3GPP, el término "célula" se puede referir a un área de cobertura de un eNB y/o un subsistema de eNB que presta servicio a esta área de cobertura, dependiendo del contexto en el que se usa el término.

Un eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocélula, una picocélula, una femtocélula y/u otros tipos de células. Una macrocélula puede abarcar un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio), y puede permitir un acceso no restringido por parte de UE con suscripción al servicio. Una picocélula puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir un acceso no restringido por parte de UE con suscripción al servicio. Una femtocélula puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, un hogar) y puede permitir un acceso restringido por parte de los UE que están asociados a la femtocélula (por ejemplo, los UE en un grupo cerrado de abonados (CSG)). En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, los eNB 110a, 110b y 110c pueden ser macroeNB para las macrocélulas 102a, 102b y 102c, respectivamente. El eNB 110d puede ser un picoeNB para una picocélula 102d. Los eNB 110e y 110f pueden ser femtoeNB para las femtocélulas 102e y 102f, respectivamente. Un eNB puede soportar una o múltiples células (por ejemplo, tres).

La red inalámbrica 100 también puede incluir repetidores. En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, un repetidor 110r puede comunicarse con el eNB 110a y con un UE 120r, con el fin de facilitar la comunicación entre el eNB 110a y el UE 120r.

Un controlador de red 130 se puede acoplar a un conjunto de eNB y proporcionar coordinación y control para estos eNB. El controlador de red 130 se puede comunicar con los eNB por medio de una red de retorno. Los eNB también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente a través de una red de retorno inalámbrica o alámbrica.

Los UE 120 (por ejemplo, 120d, 120e, etc.) pueden estar dispersos por toda la red inalámbrica 100 y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE puede denominarse también terminal, estación móvil, unidad de abonado, estación, etc. Un UE puede ser un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un netbook, un smartbook, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo portátil, un ordenador portátil, un teléfono sin cables, una estación de bucle local inalámbrica (WLL), etc. Un UE puede comunicarse con macro eNB, pico eNB, femto eNB, repetidores, etc.

La red inalámbrica 100 puede soportar transmisión de datos con solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) con el fin de mejorar la fiabilidad. En relación con HARQ, un transmisor (por ejemplo, un eNB) puede enviar una transmisión inicial de un paquete y puede enviar una o más transmisiones adicionales del paquete, si es necesario, hasta que el paquete se descodifique correctamente mediante un receptor (por ejemplo, un UE), o se haya producido el número máximo de transmisiones del paquete o se cumpla alguna otra condición de finalización. Después de cada transmisión del paquete, el receptor puede enviar una confirmación (ACK) si el paquete se descodifica correctamente o una confirmación negativa (NACK) si el paquete se descodifica con errores. El transmisor puede enviar otra transmisión del paquete si se recibe un NACK y puede finalizar la transmisión del paquete si se recibe un ACK. Un paquete también se puede denominar bloque de transporte, palabra de código, bloque de datos, etc.

La red inalámbrica 100 puede utilizar FDD y/o TDD. Para la FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente pueden tener asignados canales de frecuencia independientes, y las transmisiones de enlace descendente y las transmisiones de enlace ascendente pueden enviarse simultáneamente en los canales de dos frecuencias. Para la TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente pueden compartir el mismo canal de frecuencia, y las transmisiones de enlace descendente y de enlace ascendente se pueden enviar en el mismo canal de frecuencia en diferentes intervalos de tiempo.

La FIG. 2A muestra una estructura de tramas 200 a modo de ejemplo para FDD en LTE. La cronología 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 lo tanto, cada trama de radio puede

incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L períodos de símbolo, por ejemplo, siete períodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la FIG. 2A) o seis períodos de símbolo para un prefijo cíclico ampliado. A los 2L períodos de símbolos de cada subtrama se les pueden asignar índices de 0 a 2L-1.

La FIG. 2B muestra una estructura de tramas a modo de ejemplo 250 para TDD en LTE. El cronograma de transmisión para el enlace descendente y el enlace ascendente puede dividirse en unidades de tramas de radio y cada trama de radio puede dividirse en 10 subtramas con índices de 0 a 9. LTE soporta una serie de configuraciones de enlace ascendente-enlace descendente para TDD. Cada configuración de enlace ascendente - enlace descendente indica si cada subtrama es una subtrama de enlace descendente, una subtrama de enlace ascendente o una subtrama especial. Las subtramas 0 y 5 se utilizan para el enlace descendente y la subtrama 2 se utiliza para el enlace ascendente para todas las configuraciones de enlace ascendente-enlace descendente. Cada una de las subtramas 3, 4, 7, 8 y 9 puede ser utilizada para el enlace descendente o el enlace ascendente, dependiendo de la configuración de enlace ascendente-enlace descendente. La subtrama 1 incluye una ranura de tiempo piloto de enlace descendente (DwPTS), un período de protección (GP) y una ranura de tiempo piloto de enlace ascendente (UpPTS). La subtrama 6 puede incluir solamente la DwPTS, o los tres campos especiales o una subtrama de enlace descendente, dependiendo de la configuración de enlace ascendente-enlace descendente.

Tanto para FDD como para TDD, una subtrama para el enlace descendente puede denominarse subtrama de enlace descendente. Una subtrama para el enlace ascendente puede denominarse subtrama de enlace ascendente. Una CC configurada para FDD puede denominarse FDD CC. Una CC configurada para TDD puede denominarse TDD CC.

Tanto para FDD como para TDD, una célula puede transmitir un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH), un canal físico indicador de HARQ (PHICH) y/u otros canales físicos en una región de control de una subtrama de enlace descendente. El PDCCH puede transportar información de control de enlace descendente (DCI), tal como concesiones de enlace descendente, concesiones de enlace ascendente, etc. El PHICH puede transportar retroalimentación de ACK/NAK para la transmisión de datos enviados en el enlace ascendente con HARQ. La célula también puede transmitir un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) y/u otros canales físicos en una región de datos de una subtrama de enlace descendente. El PDSCH puede transportar datos para los UE planificados para la transmisión de datos en el enlace descendente. Un UE puede transmitir un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) en una región de control de una subtrama de enlace ascendente o un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en una región de datos de la subtrama de enlace ascendente. El PUCCH puede transportar información de control de enlace ascendente (UCI) como información de estado del canal (CSI), ACK/NACK, solicitud de planificación, etc. El PUSCH puede transportar datos y/o UCI. Las diversas señales y canales en LTE se describen en la memoria descriptiva 3GPP TS 36 211, titulada "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", que está disponible al público.

La red inalámbrica 100 puede soportar el funcionamiento con múltiples CC, lo cual puede denominarse funcionamiento de agrupación de portadoras, o de múltiples portadoras. El UE se puede configurar con múltiples CC para el enlace descendente y una o más CC para el enlace ascendente para la agregación de portadoras. Una CC para el enlace descendente se puede denominar CC de enlace descendente. Una CC para el enlace ascendente puede denominarse CC de enlace ascendente. Un eNB puede enviar datos y DCI en una o más CC al UE. El UE puede enviar datos y UCI en una o más CC al eNB.

La FIG. 3A muestra un ejemplo de agrupación continua de portadoras. K CC pueden estar disponibles para comunicación y pueden ser adyacentes entre sí, donde K puede ser cualquier valor entero.

La FIG. 3B muestra un ejemplo de agrupación no continua de portadoras. K CC pueden estar disponibles para comunicación y pueden ser independientes entre sí.

En la versión 10 de LTE, por ejemplo, un UE puede configurarse con hasta cinco CC para la agregación de portadoras. Cada CC puede tener un ancho de banda de hasta 20 MHz y puede ser retro-compatible con la versión 8 de LTE. Por lo tanto, el UE puede configurarse con hasta 100 MHz para hasta cinco CC. Una CC se puede designar como CC principal (PCC), y las CC restantes se pueden denominar CC secundarias (SCC). Un eNB puede transmitir el PDCCH en el PCC y el UE puede transmitir el PUCCH en el PCC. También se pueden configurar dos o más CC como PCC para que la UCI se pueda enviar al PUCCH en dos o más CC.

La FIG. 4A muestra un ejemplo de funcionamiento de portadora única. Un UE puede funcionar en una única CC para comunicarse con un eNB. El eNB puede enviar una concesión de enlace descendente (DL) y/o una concesión de enlace ascendente (UL) para el UE en el PDCCH en la región de control de una subtrama de enlace descendente. La concesión de enlace descendente puede comprender varios parámetros para una transmisión de datos desde el eNB al UE. La concesión de enlace ascendente puede comprender diversos parámetros para una transmisión de datos desde el UE hasta el eNB. El eNB puede enviar la transmisión de datos al UE en el PDSCH en la región de datos de la subtrama de enlace descendente. El UE puede enviar la transmisión de datos al eNB en el PUSCH en la región de datos de una subtrama de enlace ascendente.

La FIG. 4B muestra un ejemplo de agregación de portadoras sin señalización de portadora cruzada. Un UE puede configurarse con múltiples CC para la agrupación de portadoras. Cada CC para el enlace descendente puede emparejarse o asociarse con una CC para el enlace ascendente, por ejemplo, mediante una configuración de capa superior. Un par de CC de enlace descendente y CC de enlace ascendente puede denominarse una célula. La información de control (por ejemplo, concesiones) puede enviarse en una CC de enlace descendente para soportar la transmisión de datos en la CC de enlace descendente y la CC de enlace ascendente emparejada.

La FIG. 4C muestra un ejemplo de agregación de portadoras con señalización de portadora cruzada. La señalización de portadora cruzada se refiere al envío de información de control en una CC para soportar la transmisión de datos en otra CC. Por ejemplo, una concesión de enlace descendente se puede enviar en una CC para planificar la transmisión de datos en otra CC.

LTE soporta un número de formatos DCI que se pueden usar para enviar DCI en el enlace descendente. La tabla 1 enumera un conjunto de formatos DCI soportados por el LTE. El formato DCI 0 se puede usar para enviar concesiones de enlace ascendente para la transmisión de datos en el enlace ascendente. Los formatos DCI 1, 1A, 1B, 1C y 1D se pueden usar para enviar concesiones de enlace descendente para la transmisión de una palabra de código/paquete en el enlace descendente. Los formatos DCI 2, 2A y 2B se pueden usar para enviar concesiones de enlace descendente para la transmisión de dos palabras de código en el enlace descendente para múltiples entradas múltiples salidas (MIMO). Los formatos DCI 3 y 3A se pueden usar para enviar información de control de potencia de transmisión (TPC) a los UE. Los formatos DCI 0, 1A, 3 y 3A tienen el mismo tamaño. Los formatos DCI 1, 1B, 1C, 1D, 2, 2A y 2B pueden tener diferentes tamaños.

Tabla 1 - Formatos DCI

| FORMATO DCI | Descripción                                                                                                                                                  |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0           | Usado para planificar una transmisión de enlace ascendente en el PUSCH.                                                                                      |
| 1           | Usado para planificar una transmisión de una palabra de código en el PDSCH.                                                                                  |
| 1A          | Usado para realizar una planificación compacta de una palabra de código en el PDSCH y para un procedimiento de acceso aleatorio.                             |
| 1B          | Usado para realizar una planificación compacta de una palabra de código en el PDSCH con información de precodificación.                                      |
| 1C          | Usado para realizar una planificación muy compacta de una palabra de código en el PDSCH.                                                                     |
| 1D          | Usado para realizar una planificación compacta de una palabra de código en el PDSCH con información de precodificación y de compensación de potencia.        |
| 2           | Usado para planificar 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 planificar dos palabras de código en el PDSCH con multiplexación espacial de bucle abierto con CRS.                                               |
| 2B          | Usado para planificar 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 bit.                                               |
| 3A          | Usado para una transmisión de mandatos de TPC para los canales PUCCH y PUSCH con ajustes de potencia de 1 bit.                                               |

La tabla 1 enumera un conjunto de formatos DCI soportados por la versión 9 de LTE, por ejemplo. También se pueden soportar otros formatos DCI, por ejemplo, formato DCI 2C en la versión 10 de LTE y otros formatos DCI en futuras versiones LTE. Los formatos DCI en la tabla 1 se describen en 3GPP TS 36 212, titulada "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding", que está disponible al público. 3GPP TS 36 212 también describe varios campos de cada formato DCI.

Un UE puede estar configurado semiestáticamente por capas superiores con un modo de transmisión de enlace descendente en un conjunto de modos de transmisión de enlace descendente. Cada modo de transmisión de enlace descendente puede asociarse con uno o más formatos DCI utilizados para concesiones de enlace descendente y uno o más formatos DCI utilizados para concesiones de enlace ascendente. Cada modo de transmisión de enlace descendente puede asociarse con hasta dos tamaños de DCI en las versiones 8 y 9 de LTE y hasta tres tamaños de DCI en la versión 10 de LTE.

Un eNB puede enviar DCI al UE en el PDCCH usando cualquiera de los formatos DCI configurados para 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 DCI.

El UE puede configurarse para su funcionamiento en múltiples CC con agregación de portadoras. El UE puede tener un espacio de búsqueda común solo para su CC principal y puede tener un espacio de búsqueda específico de UE para cada CC configurada para el UE. El eNB puede enviar DCI al UE solo en ciertos CCE, que pueden estar situados en el espacio de búsqueda común y en los espacios de búsqueda específicos del UE para el UE. El espacio de búsqueda común puede ser aplicable a todos los UE y puede usarse para difusión (por ejemplo, información del sistema, búsqueda, respuesta RACH, etc.) y planificación de unidifusión (por ejemplo, concesiones). Los espacios de búsqueda específicos del UE pueden ser específicos del UE y pueden usarse para enviar concesiones, etc.

El UE puede tener un número de candidatos de descodificación el espacio de búsqueda común y los espacios de búsqueda específicos de UE del UE. Cada candidato de descodificación puede corresponder a un conjunto específico de CCE en el que se puede enviar DCI al UE. El conjunto de candidatos de descodificación en el espacio de búsqueda específico de UE para cada CC configurada puede determinarse basándose en un ID de UE y otros parámetros tales como un índice de subtrama.

Para cada candidato de descodificación, el UE puede realizar una descodificación ciega para cada tamaño de DCI disponible para ese candidato de descodificación. El tamaño de DCI determina el número de bits de información que se van a enviar, lo cual a su vez afecta a la velocidad de código. El número total de descodificaciones ciegas puede depender pues del número de candidatos de descodificación y del número de tamaños de DCI.

La tabla 2 enumera el número de candidatos de descodificación supervisados por el UE para diferentes niveles de agregación en los espacios de búsqueda comunes y específicos del UE. La Tabla 2 también enumera el número de descodificaciones ciegas para cada nivel de agregación. Para el espacio de búsqueda común, pueden estar disponibles hasta dos tamaños de DCI para cada candidato de descodificación. El UE puede realizar hasta 12 descodificaciones ciegas para los seis candidatos de descodificación en el espacio de búsqueda común. Para el espacio de búsqueda específico de UE para una CC configurada, pueden estar disponibles hasta dos tamaños de DCI para cada candidato de descodificación en la versión 8 o 9 de LTE, y hasta tres tamaños de DCI pueden estar disponibles para cada candidato de descodificación en la versión 10 de LTE. Se puede usar un tamaño de DCI para formatos DCI compactos para enlace descendente y enlace ascendente, se puede usar un segundo tamaño de DCI para un formato DCI que depende de un modo de transmisión de enlace descendente (por ejemplo, MIMO), y se puede usar un tercer tamaño de DCI para funcionamiento de MIMO de enlace ascendente (por ejemplo, en la versión 10 de LTE). Las concesiones de enlace descendente y las concesiones de enlace ascendente pueden compartir el mismo conjunto de candidatos de descodificación. El UE puede realizar hasta 32 descodificaciones ciegas (por ejemplo, para la versión 8 o 9 de LTE) o hasta 48 descodificaciones ciegas (por ejemplo, para la versión 10 de LTE) para los 16 candidatos de descodificación en el espacio de búsqueda específico del UE.

Tabla 2 - Candidatos de descodificación supervisados por un UE

| Tipo                                  | Nivel de agregación | Tamaño de espacio de búsqueda (en los CCE) | Número de candidatos de descodificación | Número de tamaños de DCI | Número de descodificaciones ciegas |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Espacio de búsqueda específico del UE | 1                   | 6                                          | 6                                       | 2 o 3                    | 12 o 18                            |
|                                       | 2                   | 12                                         | 6                                       | 2 o 3                    | 12 o 18                            |
|                                       | 4                   | 8                                          | 2                                       | 2 o 3                    | 4 o 6                              |
|                                       | 8                   | 16                                         | 2                                       | 2 o 3                    | 4 o 6                              |
| Espacio de búsqueda común             | 4                   | 16                                         | 4                                       | 2                        | 8                                  |
|                                       | 8                   | 16                                         | 2                                       | 2                        | 4                                  |

El UE puede configurarse para funcionar en múltiples CC. Si hay señalización de portadora cruzada (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4C), entonces una CC dada puede llevar DCI por sí misma, así como también una o más CC. Una CC que lleva DCI puede denominarse PDCCH CC. Una CC para la que se envía DCI puede denominarse PDSCH/PUSCH CC. La PDCCH CC puede tener una búsqueda específica de UE para cada PDSCH/PUSCH CC cuyo DCI se envía en la PDCCH CC. La PDCCH CC puede tener múltiples espacios de búsqueda específicos de UE para múltiples PDSCH/PUSCH CC. Estos espacios de búsqueda específicos de UE se pueden solapar o no. El espacio de búsqueda específico de UE para cada PDSCH/PUSCH CC puede determinarse de manera similar a la versión 8 de LTE, aunque con un CIF de 3 bits (campo indicador de portadora cruzada).

La FIG. 5 muestra un ejemplo de múltiples espacios de búsqueda específicos de UE en una PDCCH CC con señalización de portadora cruzada. En este ejemplo, CC k lleva DCI para CC j, CC k y CC m. El espacio CCE completo para CC k para un nivel de agregación dado (por ejemplo, 1, 2, 4 u 8) puede estar representado por una línea 510. CC j, CC k y CC m están asociados con tres espacios de búsqueda específicos de UE 512, 514 y 516, respectivamente,

que abarcan diferentes rangos de índices CCE. El índice CCE inicial para el espacio de búsqueda específico de UE para cada CC es igual al índice CCE inicial para esa CC para funcionamiento de portadora única en versión 8 de LTE más una desviación. La desviación es igual al valor CIF de la CC multiplicado por el nivel de agregación y multiplicado por el número de candidatos de descodificación. CC j y CC k pueden tener valores CIF adyacentes y sus espacios de búsqueda específicos de UE pueden ser adyacentes entre sí, como se muestra en la FIG. 5. CC k y CC m pueden tener valores CIF no adyacentes y sus espacios de búsqueda específicos de UE pueden estar separados entre sí, como también se muestra en la FIG. 5. El espacio de búsqueda específico de UE para CC k con señalización de portadora cruzada puede (i) coincidir con el espacio de búsqueda específico de UE para CC k en funcionamiento de portadora única si CC k tiene un valor CIF de cero o (ii) no coincide de otro modo.

Los espacios de búsqueda específicos de UE para múltiples CC pueden compartirse para enviar DCI al UE, lo cual puede denominarse uso compartido del espacio de búsqueda. Un conjunto de CC mapeados a la PDCCH CC puede tener el mismo tamaño de DCI. DCI de ese tamaño para cualquier CC en el conjunto puede enviarse en la PDCCH CC en el espacio de búsqueda específico de UE para cualquier CC en el conjunto. Compartir los espacios de búsqueda específicos de UE puede proporcionar flexibilidad de planificación ya que se puede enviar DCI en cualquiera de los espacios de búsqueda específicos de UE. Es posible que el uso compartido del espacio de búsqueda no aumente el número máximo de descodificaciones ciegas ya que el UE puede realizar descodificaciones ciegas para el espacio de búsqueda específico del UE para cada CC de todos modos.

La FIG. 6 muestra un ejemplo de uso compartido de espacios de búsqueda. En este ejemplo, CC j y CC k tienen el mismo tamaño de DCI asociado con el formato DCI X para CC j y el formato DCI Y para CC k. DCI de formato DCI X para CC j (y también DCI de formato DCI Y para CC k) puede enviarse en CC k en el espacio de búsqueda específico de UE para CC j o el espacio de búsqueda específico de UE para CC k. Los espacios de búsqueda específicos de UE para CC j y CC k pueden por lo tanto ser compartidos por estos dos CC que tienen el mismo tamaño de DCI.

La versión 10 de LTE soporta la agregación de portadoras para múltiples CC con la misma configuración. En particular, todas las CC para la agregación de portadoras están configuradas para FDD o TDD, y no se permite una mezcla de FDD CC y TDD CC. Además, si las CC están configuradas para TDD, entonces todas las CC para agregación de portadoras tienen la misma configuración de enlace ascendente-enlace descendente, aunque las subtramas especiales pueden configurarse por separado para diferentes CC. Restringir a que todas las CC tengan la misma configuración FDD o TDD así como la misma configuración de enlace ascendente-enlace descendente puede simplificar el funcionamiento.

La versión 11 y/o posterior de LTE puede soportar la agregación de portadoras para múltiples CC con diferentes configuraciones. Por ejemplo, puede soportarse una agregación de FDD CC y TDD CC. Para mencionar otro ejemplo, puede soportarse una agregación de TDD CC con diferentes configuraciones de enlace ascendente-enlace descendente. Soportar CC con diferentes configuraciones puede proporcionar más flexibilidad en la implementación. Cada CC puede ser retrocompatible con una CC única en la versión 8, 9 o 10 de LTE en un modo de portadora única. También puede ser posible soportar CC no retrocompatibles, por ejemplo, segmentos de CC, CC de extensión, etc.

La FIG. 7 muestra un ejemplo de tres CC con diferentes configuraciones. En este ejemplo, CC 1 está configurado para FDD e incluye un canal CC/frecuencia de enlace descendente y un canal CC/frecuencia de enlace ascendente. La CC de enlace descendente incluye subtramas de enlace descendente, que se indican como "D" en la FIG. 7. La CC de enlace ascendente incluye subtramas de enlace ascendente, que se indican como "U" en la FIG. 7. CC 2 está configurada para TDD con la configuración 0 de enlace ascendente-enlace descendente. Las subtramas 0 y 5 de la CC 2 son subtramas de enlace descendente, las subtramas 1 y 6 de la CC 2 son subtramas especiales, y las subtramas restantes 2-4 y 7-9 de CC 2 son subtramas de enlace ascendente. CC 3 está configurada para TDD con la configuración 1 de enlace ascendente-enlace descendente. Las subtramas 0, 4, 5 y 9 de la CC 3 son subtramas de enlace descendente, las subtramas 1 y 6 de la CC 3 son subtramas especiales, y las subtramas restantes 2, 3, 7 y 8 de la CC 3 son subtramas de enlace ascendente.

La señalización de portadora cruzada para múltiples CC con diferentes configuraciones puede ser un desafío. Una TDD CC puede llevar información de control para la transmisión de datos en una FDD. Las concesiones pueden enviarse solo en subtramas de enlace descendente y subtramas especiales de la TDD CC mientras que la transmisión de datos puede enviarse en todas las subtramas de la FDD CC. Esta discrepancia puede afrontarse de varias formas. En un diseño, la transmisión de datos puede planificarse solo en subtramas de la FDD CC que corresponden al enlace descendente y subtramas especiales de la TDD CC en una línea de tiempo de HARQ. Por ejemplo, una concesión de enlace descendente puede recibir cuatro subtramas antes de una transmisión de datos planificada por la concesión de enlace descendente. En este caso, la transmisión de datos puede planificarse solo en subtramas de la FDD CC que son cuatro subtramas posteriores al enlace descendente y subtramas especiales de la TDD CC. Este diseño puede permitir la reutilización de los mecanismos de control existentes para la transmisión de datos con HARQ. Sin embargo, algunas subtramas de la FDD CC no se pueden planificar con señalización de portadora cruzada en la TDD CC, lo cual puede ser indeseable. En otro diseño, el enlace descendente y las subtramas especiales de la TDD CC pueden planificar la transmisión de datos en todas las subtramas de la FDD CC con control de subtramas cruzadas. Por ejemplo, puede enviarse una concesión en la TDD CC y puede indicar que es para la transmisión de datos en una subtrama de la FDD CC que está a más de cuatro subtramas de distancia.

A la inversa, una FDD CC puede transportar información de control para la transmisión de datos en una TDD CC. Las concesiones de enlace descendente pueden enviarse en algunas subtramas de la FDD CC para planificar la transmisión de datos en las subtramas de enlace descendente de la TDD CC, y las concesiones de enlace ascendente pueden enviarse en algunas otras subtramas de la FDD CC para planificar la transmisión de datos en las subtramas de enlace ascendente de la TDD CC. En un diseño, las concesiones pueden enviarse en subtramas específicas de la FDD CC para planificar la transmisión de datos en subtramas específicas de la TDD CC. Las subtramas específicas en las que enviar concesiones en la FDD CC pueden determinarse basándose en una línea de tiempo de HARQ definida para TDD, o una línea de tiempo de HARQ definida para FDD, o una línea de tiempo de HARQ flexible. Una concesión para la transmisión de datos en una subtrama determinada puede recibir (i) cuatro subtramas antes en la línea de tiempo de HARQ para FDD o (ii) un número variable de subtramas antes para la línea de tiempo de HARQ para TDD. Para la línea de tiempo de HARQ flexible, cada subtrama de la TDD CC puede planificarse en una subtrama específica o en múltiples subtramas de la FDD CC. La línea de tiempo de HARQ flexible puede permitir que se utilicen más subtramas de la FDD CC para enviar concesiones para la TDD CC.

FDD y TDD pueden asociarse con diferentes tamaños de DCI para un formato DCI dado incluso cuando se utiliza el mismo ancho de banda del sistema, el mismo modo de transmisión de enlace descendente/enlace ascendente y el mismo número de antenas de transmisión para FDD y TDD CC. Por ejemplo, el formato DCI 1A para una concesión de enlace descendente para una palabra de código puede tener diferentes tamaños para FDD y TDD. La tabla 3 enumera los campos del formato DCI 1A, así como el ancho de bits de cada campo para FDD y TDD. El formato DCI 1A para FDD incluye un ID de proceso HARQ de 3 bits y ningún índice de asignación de enlace descendente (DAI) y tiene un ancho de bits general de 44 bits. El formato DCI 1A para TDD incluye un ID de proceso HARQ de 4 bits y un DAI de 2 bits y tiene un ancho de bits total de 47 bits. Otros formatos DCI también pueden asociarse con diferentes tamaños para FDD y TDD.

Tabla 3 - Formato DCI 1<sup>a</sup>

| Campo                                                 | Ancho de bits para FDD | Ancho de bits para TDD |
|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Indicador de diferenciación de formato DCI 0/1A       | 1                      | 1                      |
| Indicador de asignación de VRB localizada/distribuida | 1                      | 1                      |
| Asignación de recursos                                | 13                     | 13                     |
| Esquema de modulación y codificación (MCS)            | 5                      | 5                      |
| ID de proceso de HARQ                                 | 3                      | 4                      |
| Nuevo indicador de datos                              | 1                      | 1                      |
| Versión de redundancia                                | 2                      | 2                      |
| Transmitir control de potencia (TPC)                  | 2                      | 2                      |
| Índice de asignación de enlace descendente (DAI)      | 0                      | 2                      |
| Comprobación de redundancia cíclica (CRC)             | 16                     | 16                     |
| Número total de bits                                  | 44                     | 47                     |

Aunque no se muestra en la tabla 3, un formato DCI puede incluir un CIF para soportar la señalización de portadora cruzada. Un UE puede configurarse con múltiples CC para la agregación de portadoras, y a cada CC se le puede asignar un índice único. El CIF puede incluir 3 bits para transmitir un índice de una CC a la que se aplica DCI.

En general, un UE puede configurarse con una pluralidad de CC para la agregación de portadoras. La pluralidad de CC se puede asociar con una pluralidad de mensajes de control del mismo formato/tipo (por ejemplo, formato DCI 1A). La pluralidad de mensajes de control puede tener diferentes definiciones, que pueden caracterizarse de diversas formas. Por ejemplo, diferentes mensajes de control pueden estar asociados con diferentes conjuntos de campos de información de control, diferentes anchos de bits para un campo de información de control dado, diferentes tamaños de mensaje, etc. La información de control para una CC X dado puede enviarse basándose en una definición de un mensaje de control para otra CC Y.

Puede ser deseable soportar el uso compartido del espacio de búsqueda para una combinación de FDD y TDD CC con señalización de portadora cruzada. Sin embargo, un formato DCI puede asociarse con diferentes definiciones y/o tamaños para FDD y TDD, por ejemplo, como se muestra en la tabla 3. Esto puede dar como resultado descodificaciones más ciegas para compartir el espacio de búsqueda. Por ejemplo, DCI para una FDD CC y DCI para una TDD CC pueden enviarse en espacios de búsqueda específicos de UE para las FDD y TDD CC en la FDD CC. Un UE puede necesitar realizar un primer conjunto de descodificaciones ciegas para un primer tamaño de DCI para la FDD CC y un segundo conjunto de descodificaciones ciegas para un segundo tamaño de DCI para la TDD CC. Como ejemplo, para un espacio de búsqueda específico de UE, el UE puede realizar 16 descodificaciones ciegas para el

formato DCI 1A con 44 bits para FDD y otras 16 descodificaciones ciegas para el formato DCI 1A con 47 bits para TDD. Los diferentes tamaños del formato DCI 1A para FDD y TDD pueden, por lo tanto, duplicar el número de descodificaciones ciegas por parte del UE. Es posible que el UE necesite realizar el doble de descodificaciones ciegas para soportar el uso compartido del espacio de búsqueda para las FDD y TDD CC.

En un aspecto de la presente divulgación, se pueden usar varios esquemas para soportar el uso compartido del espacio de búsqueda para FDD y TDD CC con señalización de portadora cruzada sin aumentar el número de descodificaciones ciegas. Estos esquemas pueden garantizar que se utilice la misma definición y/o tamaño de DCI para las FDD y TDD CC, por ejemplo, para el mismo ancho de banda del sistema, número de antenas de transmisión y modo de transmisión de enlace descendente/enlace ascendente. Esto puede permitir que un UE realice un conjunto de descodificaciones ciegas para una definición y/o tamaño de DCI para FDD y TDD CC. Además, algunos esquemas pueden proporcionar un control de enlace descendente y/o enlace ascendente, planificación y funcionamiento de HARQ más eficientes.

En un primer esquema de soporte del uso compartido del espacio de búsqueda para FDD y TDD CC, se puede seleccionar el tamaño más grande de un formato DCI dado para su uso entre diferentes tamaños del formato DCI para todas las CC. El relleno de ceros se puede utilizar para el formato DCI de cada CC asociado con un tamaño de DCI que sea más pequeño que el tamaño de DCI más grande. Por ejemplo, se puede seleccionar un tamaño de DCI de 47 bits para el formato DCI 1A para FDD y TDD CC. DCI de formato DCI 1A para una TDD CC puede enviarse con 47 bits de la manera normal. El DCI de formato DCI 1A para una FDD CC puede rellenarse con tres ceros para obtener 47 bits, y el DCI rellenado con ceros puede enviarse para la FDD CC. Un UE puede realizar descodificaciones ciegas para un tamaño de DCI de 47 bits para FDD y TDD CC. El UE puede determinar si un DCI recibido es para una FDD CC o una TDD CC basándose en un CIF incluido en el enlace/emparejamiento DCI o CC configurada por capas superiores.

En un segundo esquema de soporte para compartir el espacio de búsqueda para FDD y TDD CC, se puede incluir un CIF en formatos DCI para FDD pero puede omitirse de los formatos DCI para TDD. Por ejemplo, el formato DCI 1A para FDD puede incluir un CIF de 3 bits y puede tener un tamaño de 47 bits. El formato DCI 1A para TDD puede excluir el CIF y puede tener un tamaño de 47 bits. El formato DCI 1A para FDD y TDD CC tendría entonces el mismo tamaño de 47 bits. La señalización de portadora cruzada puede soportarse para FDD CC basándose en el CIF. El CIF puede incluirse en una concesión de enlace descendente para indicar una CC específica en el que la concesión de enlace descendente planifica la transmisión de datos. La señalización de portadora cruzada puede soportarse para TDD CC basándose en el enlace/emparejamiento de CC configurada por capas superiores. En general, se pueden agregar uno o más campos a un formato DCI de menor tamaño para que los formatos DCI para FDD y TDD tengan el mismo tamaño.

En un tercer esquema de soporte para compartir espacio de búsqueda para FDD y TDD CC y proporcionar funcionamientos de enlace descendente y/o enlace ascendente más eficientes, que pueden denominarse alineación de formato DCI, la DCI se envía utilizando una definición de formato DCI de una CC que lleva la DCI, y no la definición de formato DCI de una CC para la que está destinado el DCI. En un escenario, DCI se envía en una TDD CC para planificar la transmisión de datos en una FDD CC. El DCI se envía utilizando un formato DCI para TDD en lugar de un formato DCI para FDD. Para el formato DCI 1A que se muestra en la tabla 3, el DCI puede incluir un ID de proceso HARQ de 4 bits para TDD (en lugar de un ID de proceso HARQ de 3 bits para FDD) y un DAI de 2 bits para TDD. La transmisión de datos se puede enviar basándose en la línea de tiempo de HARQ para TDD, que puede soportarse fácilmente con el formato DCI para TDD.

En otro escenario, DCI se envía en una FDD CC para planificar la transmisión de datos en una TDD CC. Además o por separado, la UCI para una TDD CC puede enviarse a través del PUCCH en una FDD CC. El DCI se envía utilizando un formato DCI para FDD en lugar de un formato DCI para TDD. Para el formato DCI 1A que se muestra en la tabla 3, el DCI puede incluir un ID de proceso HARQ de 3 bits para FDD (en lugar de un ID de proceso HARQ de 4 bits para TDD) y ningún DAI (en lugar de un DAI de 2 bits para TDD). La transmisión de datos se puede enviar basándose en la línea de tiempo de HARQ para FDD, que puede soportarse fácilmente con el formato DCI para FDD.

Para el tercer esquema, la definición y/o el tamaño de un formato DCI dado pueden depender de una CC a la que se envía el DCI (y no de una CC a la que se destina el DCI). Por ejemplo, una concesión de enlace descendente de formato DCI 1A para una TDD CC puede tener la definición de formato DCI 1A para FDD y un tamaño de 44 bits cuando se envía en una FDD CC, aunque puede ser para la transmisión de datos en la TDD CC. En este caso, se puede omitir alguna información en la concesión de enlace descendente para TDD (por ejemplo, el DAI y parte del ID de proceso HARQ) para ajustarse al formato DCI 1A para FDD y para reducir el número de bits a 44 para FDD. A la inversa, una concesión de enlace descendente de formato DCI 1A para una FDD CC puede tener la definición de formato DCI 1A para TDD y un tamaño de 47 bits cuando se envía en una TDD CC aunque puede ser para transmisión de datos en la FDD CC. En este caso, pueden añadirse o ampliarse uno o más campos (por ejemplo, el ID de proceso DAI y HARQ) en la concesión de enlace descendente para FDD para ajustarse al formato DCI 1A para TDD y para obtener el número de bits para TDD.

En un cuarto esquema de soporte para compartir espacio de búsqueda para FDD y TDD CC y proporcionar funcionamiento de enlace descendente y/o enlace ascendente más eficientes, la DCI puede enviarse usando un formato DCI para la CC principal que lleva UCI en el PUCCH, y no un formato DCI de una CC para la que se aplica el DCI. En un escenario, la UCI para una FDD CC puede enviarse a través del PUCCH en una TDD CC. La transmisión de datos de planificación DCI en una FDD CC puede enviarse utilizando un formato DCI para TDD en lugar de un formato DCI para FDD, incluso si el DCI se envía en la FDD CC. La línea de tiempo de HARQ para FDD CC puede basarse en la línea de tiempo de HARQ definida para TDD CC. El DAI de 2 bits originalmente definido para TDD puede usarse para transmisiones de datos de enlace descendente FDD para una retroalimentación ACK/NACK más eficiente a través del PUCCH en la TDD CC. El DAI de 2 bits también puede ser beneficioso si la retroalimentación ACK/NACK se transmite a través del PUSCH. En otro escenario, la UCI para una TDD CC puede enviarse a través del PUCCH en una FDD CC. La transmisión de datos de planificación DCI en una TDD CC puede enviarse utilizando un formato DCI para FDD en lugar de un formato DCI para TDD. La línea de tiempo de HARQ para TDD CC puede basarse en la línea de tiempo de HARQ definida para FDD CC. El DAI de 2 bits definido originalmente para TDD puede omitirse y el ID de proceso HARQ de 4 bits definido originalmente para TDD puede reducirse a 3 bits, lo cual da como resultado menos sobrecarga de control de enlace descendente.

Se han descrito anteriormente cuatro esquemas para soportar el uso compartido del espacio de búsqueda y funcionamiento de enlace descendente y/o enlace ascendente más eficientes para FDD y TDD CC. El uso compartido del espacio de búsqueda para FDD y TDD CC también puede soportarse de otras formas.

Los esquemas descritos anteriormente se pueden usar para soportar el uso compartido del espacio de búsqueda para FDD y TDD CC, como se describió anteriormente. En general, estos esquemas pueden soportar el uso compartido del espacio de búsqueda para múltiples CC normalmente asociados con diferentes definiciones y/o tamaños para un formato DCI dado, por ejemplo, debido a FDD y TDD y/o por otras razones. Se usa la misma definición y/o tamaño para un formato DCI dado para múltiples CC, de modo que un UE puede realizar un único conjunto de descodificaciones ciegas para una definición y/o tamaño para el formato DCI dado para todas las CC. Esto puede permitir un intercambio de espacio de búsqueda más eficiente para los múltiples CC sin aumentar el número máximo de descodificaciones ciegas por parte del UE. Esto también puede permitir funcionamiento de enlace descendente y/o enlace ascendente más eficientes.

DCI se envía en una FDD CC para planificar la transmisión de datos en una TDD CC. En este caso, las concesiones de enlace descendente para la TDD CC se envían en la PDCCH en alguna subtrama de la FDD CC, y las concesiones de enlace descendente y de enlace ascendente para la TDD CC se envían en el PDCCH en algunas otras subtramas de la FDD CC. La carga del PDCCH puede estar desequilibrada en las subtramas de la FDD CC y puede dar como resultado un número diferente de descodificaciones ciegas para diferentes subtramas. La carga de PDCCH desequilibrada puede ser más pronunciada si se configura el servicio multimedia de difusión multimedia evolucionado (eMBMS) o los servicios de difusión avanzados (ABS) para FDD CC y/o TDD CC.

La FIG. 8 muestra un ejemplo de señalización de portadora cruzada para dos CC. En este ejemplo, una FDD CC lleva concesiones para planificar la transmisión de datos en la FDD CC así como en una TDD CC. La TDD CC tiene una configuración 1 de enlace ascendente-enlace descendente e incluye subtramas de enlace descendente y enlace ascendente mostradas en la FIG. 8. Como se muestra en la FIG. 8, las concesiones de enlace descendente pueden enviarse en la FDD CC en las subtramas 0 a 4 para planificar la transmisión de datos del enlace descendente en la FDD CC en las subtramas 0 a 4, respectivamente. Las concesiones de enlace ascendente pueden enviarse en la FDD CC en las subtramas 0 a 4 para planificar la transmisión de datos de enlace ascendente en la FDD CC en las subtramas 4 a 8, respectivamente. Las concesiones de enlace descendente pueden enviarse en la FDD CC en las subtramas 0, 1 y 4 para planificar la transmisión de datos de enlace descendente en la TDD CC en las subtramas 0, 1 y 4, respectivamente. Las concesiones de enlace ascendente pueden enviarse en la FDD CC en las subtramas 3 y 4 para planificar la transmisión de datos de enlace ascendente en la TDD CC en las subtramas 7 y 8, respectivamente. Como se muestra en la FIG. 8, la FDD CC puede llevar más concesiones en la subtrama 4 que las subtramas 0 a 3 para planificar las FDD y TDD CC.

En otro aspecto de la presente divulgación, la carga del PDCCH que lleva DCI para múltiples CC puede distribuirse de manera más uniforme entre las subtramas. Esto puede mejorar la eficiencia y también puede reducir el número máximo de descodificaciones ciegas a realizar en cada subtrama.

En un primer diseño de equilibrar la carga del PDCCH que lleva DCI para múltiples CC, se puede usar una línea de tiempo de HARQ flexible para TDD, y todas o la mayoría de las subtramas de una FDD CC pueden llevar concesiones para algunas subtramas de una TDD CC. Por ejemplo, en el ejemplo mostrado en la FIG. 8, se puede enviar una concesión de enlace ascendente en la FDD CC en la subtrama 0, 1, 2 o 3 para planificar la transmisión de datos de enlace ascendente en la TDD CC en la subtrama 8. Este diseño puede proporcionar más flexibilidad en el envío de concesiones en la FDD CC para planificar la transmisión de datos en la TDD CC.

En un segundo diseño de equilibrar la carga del PDCCH que lleva DCI para múltiples CC, el uso compartido del espacio de búsqueda puede variar de subtrama a subtrama de manera que el número máximo de descodificaciones ciegas en cada subtrama está por debajo o en un valor objetivo. En las subtramas de una FDD CC que solo llevan

concesiones de enlace descendente (o solo concesiones de enlace ascendente) para una TDD CC, el intercambio de espacio de búsqueda puede ser posible incluso si los tamaños de DCI son diferentes siempre que el número máximo de descodificaciones ciegas esté por debajo o en el valor objetivo.

Para el ejemplo mostrado en la FIG. 8, un UE puede realizar un total de 96 descodificaciones ciegas en la subtrama 4 de la FDD CC sin compartir el espacio de búsqueda, o 48 descodificaciones ciegas para tres tamaños de DCI para el espacio de búsqueda específico del UE para la FDD CC y otras 48 descodificaciones ciegas para tres tamaños de DCI para el espacio de búsqueda específico de UE para la TDD CC. El UE puede realizar un total de 96 descodificaciones ciegas en la subtrama 4 compartiendo el espacio de búsqueda si las FDD y TDD CC tienen los mismos tamaños de DCI. El UE puede realizar un total de 80 descodificaciones ciegas en la subtrama 0 de la FDD CC sin compartir el espacio de búsqueda, o 48 descodificaciones ciegas para tres tamaños de DCI para el espacio de búsqueda específico del UE para la FDD CC y otras 32 descodificaciones ciegas para dos tamaños de DCI para el espacio de búsqueda específico de UE para la TDD CC. El uso compartido del espacio de búsqueda se puede relajar en la subtrama 0 de modo que el UE pueda realizar hasta 96 descodificaciones ciegas. Por ejemplo, DCI (por ejemplo, concesiones de enlace descendente o concesiones de enlace ascendente) para la FDD CC que tiene un tamaño diferente puede enviarse en el espacio de búsqueda específico de UE para la TDD CC. En este caso, el UE puede realizar un total de 48 descodificaciones ciegas para el espacio de búsqueda específico del UE para la TDD CC en la subtrama 0, o 32 descodificaciones ciegas para los dos tamaños de DCI para la TDD CC y 16 descodificaciones ciegas para el único tamaño de DCI para la FDD CC con señalización de subtramas cruzadas. Como otro ejemplo, DCI (por ejemplo, concesiones de enlace descendente) para la TDD CC que tiene un tamaño diferente puede enviarse en el espacio de búsqueda específico de UE para la FDD CC en la subtrama 0.

El uso compartido del espacio de búsqueda puede variar entre subtramas, dependiendo de qué DCI se envíe en cada subtrama, de modo que el número máximo de descodificaciones ciegas esté por debajo o en el valor objetivo en cada subtrama. El uso compartido del espacio de búsqueda dependiente de la subtrama se puede utilizar para una FDD CC que lleva DCI para FDD y TDD CC, como se describe anteriormente. El uso compartido del espacio de búsqueda dependiente de la subtrama también se puede utilizar para una TDD CC que lleva DCI para FDD y TDD CC. El uso compartido del espacio de búsqueda puede variar entre las subtramas basándose en varios factores, como la forma en que se utiliza la señalización de portadora cruzada para la planificación, la línea de tiempo de HARQ de cada CC, etc.

En un diseño, el uso compartido del espacio de búsqueda puede soportarse incluso cuando no hay señalización de portadora cruzada. En este caso, los espacios de búsqueda específicos de UE para diferentes CC se encuentran en diferentes CC (en lugar de en el mismo CC con señalización de portadora cruzada). El uso compartido del espacio de búsqueda sin señalización de portadora cruzada se puede utilizar para el equilibrio de carga PDCCH, la flexibilidad de planificación mejorada, etc.

En un diseño, una PDCCH CC para una PDSCH CC puede ser diferente de una PDCCH CC para una PUSCH CC. Para compartir el espacio de búsqueda, las concesiones de enlace descendente para la PDSCH CC pueden enviarse en la PDCCH CC para la PDSCH CC o la PDCCH CC para la PUSCH CC. De manera similar, las concesiones de enlace ascendente para la PUSCH CC pueden enviarse en la PDCCH CC para la PUSCH CC o la PDCCH CC para la PDSCH CC. Las concesiones de enlace descendente y las concesiones de enlace ascendente para el mismo CC pueden enviarse en diferentes CC para el equilibrio de carga del PDCCH, una mejor gestión del tiempo de HARQ, etc.

En LTE, una subtrama de enlace descendente de una TDD CC puede transportar una concesión de enlace ascendente que planifica múltiples subtramas de enlace ascendente de la TDD CC. Por ejemplo, una concesión de enlace ascendente puede enviarse en una subtrama de enlace descendente de una TDD CC con configuración 0 de enlace ascendente-descendente en las versiones 8 a 10 de LTE para planificar transmisiones de enlace ascendente en dos subtramas de enlace ascendente. Se pueden planificar más de dos subtramas de enlace ascendente en una subtrama de enlace descendente de una TDD CC en la versión 10+ de LTE. Cada concesión de enlace ascendente puede incluir una indicación de subtrama de enlace ascendente de N bits que indica subtramas de enlace ascendente específicas para las que es aplicable la concesión de enlace ascendente. Una subtrama de enlace descendente de una TDD CC puede tener más recursos asignados para el PHICH en comparación con una subtrama de enlace descendente de una FDD CC. Las concesiones de enlace ascendente pueden enviarse mediante un ancho de bits aumentado (por ejemplo, a tres bits para soportar tres concesiones de enlace ascendente) o mediante una indicación de subtrama de enlace ascendente de 2 bits combinada con una configuración de capa superior que indica qué dos subtramas de enlace ascendente están activas. De manera similar, los recursos PHICH pueden aumentarse a tres o permanecer en dos con una configuración de capa superior que indica cuál (de dos) usar o potencialmente con alguna desviación.

La FIG. 9 muestra un diseño de un proceso 900 para enviar información de control. El proceso 900 se puede realizar mediante una estación base/eNB (como se describe a continuación) o mediante alguna otra entidad. La estación base puede determinar las CC primera y segunda configuradas para un UE para la agregación de portadoras (bloque 912). Las CC primera y segunda pueden estar asociadas con mensajes de control primero y segundo, respectivamente, que tienen definiciones diferentes. Por ejemplo, una CC puede estar configurada para FDD, y la otra CC puede estar configurada para TDD. La estación base puede enviar una primera información de control para la primera CC basándose en una definición del segundo mensaje de control para la segunda CC (bloque 914).

El primer y segundo mensajes de control pueden ser para el mismo formato o tipo de mensaje de control (por ejemplo, formato DCI 1A en LTE). El primer y segundo mensajes de control pueden tener diferentes definiciones, que pueden caracterizarse de diversas formas. En un diseño, el primer mensaje de control puede estar asociado con un primer conjunto de campos de información de control, y el segundo mensaje de control puede estar asociado con un segundo conjunto de campos de información de control (por ejemplo, como se muestra en la tabla 3 para el formato DCI 1A en LTE). La primera información de control para la primera CC puede enviarse basándose en el segundo conjunto de campos de información de control para el segundo mensaje de control. En otro diseño, el mensaje de control para una CC puede incluir un campo de información de control que no está incluido en el mensaje de control para la otra CC. En otro diseño más, el primer y segundo mensajes de control pueden incluir un campo de información de control que tiene diferentes anchos de bits para el primer y segundo mensajes de control. Los mensajes de control primero y segundo pueden tener el mismo tamaño de mensaje o diferentes tamaños de mensaje. La estación base puede determinar el tamaño de la primera información de control para la primera CC basándose en un tamaño de mensaje del segundo mensaje de control para la segunda CC o un tamaño de mensaje predeterminado aplicable tanto para la primera CC como para la segunda.

La estación base puede enviar la primera información de control para la primera CC en la segunda CC u otra CC. Si la primera información de control se envía en la segunda CC, entonces la transmisión de datos en la primera CC puede basarse en una línea de tiempo de HARQ para la segunda CC en el que se envía la primera información de control para la primera CC.

El UE puede configurarse con una pluralidad de CC que incluyen la primera y segunda CC. En un diseño, la información de control para la pluralidad de CC puede enviarse en la segunda CC basándose en un tamaño de mensaje predeterminado o un tamaño de mensaje más grande entre una pluralidad de mensajes de control asociados con la pluralidad de CC. En otro diseño, el segundo mensaje de control para la segunda CC puede tener un tamaño de mensaje mayor que el primer mensaje de control para la primera CC, y la primera información de control para la primera CC puede enviarse utilizando al menos un campo de información de control adicional (por ejemplo, un CIF) no incluido en el primer mensaje de control para la primera CC. En otro diseño más, se puede usar un mensaje de control para una CC que lleva un canal de control de enlace descendente (por ejemplo, el PDCCH) para el UE para enviar información de control para la pluralidad de CC. El segundo mensaje de control para la segunda CC puede usarse para enviar la primera información de control para la primera CC debido a que la segunda CC transporta el canal de control de enlace descendente para el UE. En otro diseño más, se puede usar un mensaje de control para una CC que lleva un canal de control de enlace ascendente (por ejemplo, el PUCCH) para el UE para enviar información de control para la pluralidad de CC. El segundo mensaje de control para la segunda CC puede usarse para enviar la primera información de control para la primera CC debido a que la segunda CC transporta el canal de control de enlace ascendente para el UE.

En un diseño, cada CC configurada para el UE puede estar asociado con un espacio de búsqueda respectivo para enviar información de control al UE. Las CC primera y segunda pueden asociarse con espacios de búsqueda primero y segundo, respectivamente, para enviar información de control al UE. El primer y segundo espacios de búsqueda pueden estar en la segunda CC en el que se envía información de control al UE. La estación base puede enviar la primera información de control para la primera CC en el primer espacio de búsqueda o el segundo espacio de búsqueda. En un diseño, la estación base puede enviar la primera información de control para la primera CC en el segundo espacio de búsqueda solo cuando el primer y segundo mensajes de control tienen el mismo tamaño de mensaje. En otro diseño, la estación base puede enviar la primera información de control para la primera CC en el segundo espacio de búsqueda incluso cuando los mensajes de control primero y segundo tienen tamaños de mensaje diferentes. En un diseño, el segundo espacio de búsqueda para la segunda CC puede estar disponible para enviar información de control para la primera CC en solo un subconjunto de subtramas de enlace descendente. En otro diseño, los espacios de búsqueda primero y segundo pueden estar disponibles en diferentes subtramas de enlace descendente. Estos diseños pueden equilibrar la descodificación ciega para compartir el espacio de búsqueda. La estación base puede enviar información de control para la pluralidad de CC de una manera para limitar el número máximo de descodificaciones ciegas realizadas por el UE en cada subtrama a menos de un valor objetivo.

En un diseño, la estación base puede enviar la primera información de control para la primera CC y la segunda información de control para la primera CC en diferentes CC. La primera información de control puede planificar la transmisión de datos de enlace descendente y la segunda información de control puede planificar la transmisión de datos de enlace ascendente para el UE. Por lo tanto, las estaciones base pueden enviar concesiones de enlace descendente y concesiones de enlace ascendente en diferentes CC. En otro diseño, la primera información de control para la primera CC puede planificar la transmisión de datos en una pluralidad de subtramas para el UE. La pluralidad de subtramas se puede determinar basándose en la primera información de control y/o una configuración semiestática para el UE.

La FIG. 10 muestra un diseño de un proceso 1000 para recibir información de control. Un UE (como se describe a continuación) o alguna otra entidad puede realizar el proceso 1000. El UE puede determinar la primera y segunda CC configuradas para el UE (bloque 1012). Las CC primera y segunda pueden estar asociadas con mensajes de control primero y segundo, respectivamente, que tienen definiciones diferentes. El primer y segundo mensaje de control

pueden tener diferentes definiciones debido a cualquiera de las características descritas anteriormente. Una CC puede estar configurada para FDD, y la otra CC puede estar configurada para TDD. El UE puede recibir una primera información de control para la primera CC enviada basándose en una definición del segundo mensaje de control para la segunda CC (bloque 1014). El UE puede recibir la primera información de control para la primera CC en la segunda CC o en alguna otra CC.

El UE puede configurarse con una pluralidad de CC que incluyen la primera y segunda CC. En un diseño, la información de control para la pluralidad de CC puede enviarse en la segunda CC basándose en un tamaño de mensaje predeterminado o un tamaño de mensaje más grande entre una pluralidad de mensajes de control asociados con la pluralidad de CC. En otro diseño, el segundo mensaje de control para la segunda CC puede tener un tamaño de mensaje mayor que el primer mensaje de control para la primera CC. La primera información de control para la primera CC puede enviarse utilizando al menos un campo de información de control adicional no incluido en el primer mensaje de control para la primera CC. En otro diseño más, se puede usar un mensaje de control para una CC que lleva un canal de control de enlace descendente (por ejemplo, el PDCCH) para el UE para enviar información de control para la pluralidad de CC. En otro diseño más, se puede usar un mensaje de control para una CC que lleva un canal de control de enlace ascendente (por ejemplo, el PUCCH) para el UE para enviar información de control para la pluralidad de CC.

En un diseño, la primera y segunda CC pueden estar asociados con el primer y segundo espacios de búsqueda, respectivamente, para enviar información de control al UE. El UE puede recibir la primera información de control para la primera CC enviada en el primer espacio de búsqueda o el segundo espacio de búsqueda.

En un diseño, el UE puede recibir la primera información de control para la primera CC y la segunda información de control para la primera CC en diferentes CC. La primera información de control puede planificar la transmisión de datos de enlace descendente y la segunda información de control puede planificar la transmisión de datos de enlace ascendente para el UE. En otro diseño, la primera información de control para la primera CC puede planificar la transmisión de datos en una pluralidad de subtramas para el UE.

La FIG. 11 muestra un diagrama de bloques de un diseño de una estación base/eNB 110x y un UE 120x, que pueden ser una de las estaciones base/eNB y uno de los UE en la FIG. 1. Dentro de la estación base 110x, un módulo 1110 puede generar transmisiones PDCCH que comprenden concesiones de enlace descendente, concesiones de enlace ascendente y/u otra DCI para una o más CC. Un módulo 1112 puede generar transmisiones PDSCH que comprenden datos y/u otra información para una o más CC. Un transmisor 1114 puede generar una o más señales de enlace descendente que comprenden las transmisiones PDCCH y/o PDSCH. Un receptor 1116 puede recibir y procesar señales de enlace ascendente transmitidas por el UE 120x y otros UE. Un módulo 1120 puede procesar transmisiones PUCCH recibidas para recuperar UCI y/u otra información enviada por el UE 120x y/u otros UE. Un módulo 1118 puede procesar transmisiones PUSCH recibidas para recuperar datos y/o UCI enviados por el UE 120x y/u otros UE. Un módulo 1122 puede determinar una configuración de agregación de portadoras/múltiples portadoras del UE 120x, por ejemplo, determinar qué CC están configuradas para el UE 120x. Un módulo 1124 puede determinar la señalización de portadora cruzada y/o el uso compartido del espacio de búsqueda aplicable para el UE 120x. Un módulo 1126 puede determinar una o más definiciones de DCI y/o tamaños para usar para enviar DCI al UE 120x. Los diversos módulos dentro de la estación base 110x pueden funcionar como se describe anteriormente. Un controlador/procesador 1130 puede dirigir el funcionamiento de diversos módulos dentro de la estación base 110x. Una memoria 1132 puede almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110x. Un planificador 1128 puede planificar los UE para una transmisión de datos en el enlace descendente y el enlace ascendente.

Dentro de UE 120x, un receptor 1150 puede recibir y procesar señales de enlace descendente desde la estación base 110x y otras estaciones base. Un módulo 1152 puede procesar (por ejemplo, demodular y decodificar) transmisiones PDCCH recibidas para recuperar DCI y/u otra información enviada al UE 120x. Un módulo 1154 puede procesar transmisiones PDSCH recibidas para recuperar datos y/u otra información enviada al UE 120x. Un módulo 1158 puede generar transmisiones PUCCH que comprenden UCI y/u otra información para una o más CC. Un módulo 1156 puede generar transmisiones PUSCH que comprenden datos y/o UCI para una o más CC. Un transmisor 1160 puede generar una o más señales de enlace ascendente que comprenden las transmisiones PUCCH y/o PUSCH. Un módulo 1162 puede determinar una configuración de agregación de portadoras/múltiples portadoras del UE 120x, por ejemplo, determinar qué CC están configuradas para el UE 120x. Un módulo 1164 puede determinar la señalización de portadora cruzada y/o el uso compartido del espacio de búsqueda aplicable para el UE 120x. Un módulo 1166 puede determinar una o más definiciones de DCI y/o tamaños a utilizar para recibir DCI. Los diversos módulos dentro del UE 120x pueden funcionar como se describe anteriormente. Un controlador/procesador 1168 puede dirigir el funcionamiento de diversos módulos dentro del UE 120x. Una memoria 1170 puede almacenar datos y códigos de programa para el UE 120x.

Los módulos de la FIG. 11 pueden comprender procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, códigos de software/códigos de firmware, etc., o combinaciones de los mismos.

La FIG. 12 muestra un diagrama de bloques de un diseño de una estación base/eNB 110y y un UE 120y, que pueden ser una de las estaciones base y uno de los UE en la FIG. 1. La estación base 110y puede estar equipada con T antenas 1234a a 1234t, y el UE 120y puede estar equipada con R antenas 1252a a 1252r, donde, en general,  $T \geq 1$  y  $R \geq 1$ .

En la estación base 110, un procesador de transmisión 1220 puede recibir datos de una fuente de datos 1212 para uno o más UE, procesar (por ejemplo, codificar y modular) los datos para cada UE basándose en uno o más esquemas de modulación y codificación seleccionados para ese UE, y proporcionar símbolos de datos para todos los UE. El procesador de transmisión 1220 también puede procesar DCI (por ejemplo, concesiones de enlace descendente, concesiones de enlace ascendente, etc.) y proporcionar símbolos de control. El procesador 1220 también puede generar símbolos de referencia para una o más señales de referencia. Un procesador de MIMO de transmisión (TX) 1230 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) 1232a a 1232t. Cada modulador 1232 puede procesar su flujo de símbolos de salida (por ejemplo, para la OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 1232 puede acondicionar además (por ejemplo, convertir en analógico, amplificar, filtrar y aumentar en frecuencia) su flujo de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente. Se pueden transmitir T señales de enlace descendente desde los moduladores 1232a a 1232t por medio de T antenas 1234a a 1234t, respectivamente.

En el UE 120y, las antenas 1252a a 1252r pueden recibir las señales de enlace descendente desde la estación base 110y y/u otras estaciones base y pueden proporcionar señales recibidas a los demoduladores (DEMOD) 1254a a 1254r, respectivamente. Cada demodulador 1254 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, disminuir en frecuencia y digitalizar) su señal recibida para obtener muestras de entrada. Cada demodulador 1254 puede procesar aún más las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 1256 puede obtener símbolos recibidos de los R demoduladores 1254a a 1254r, realizar una detección MIMO y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 1258 puede procesar (por ejemplo, demodular y descodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos descodificados para el UE 120y a un sumidero de datos 1260 y proporcionar DCI descodificada a un controlador/procesador 1280.

En UE 120y, un procesador de transmisión 1264 puede recibir y procesar datos de un origen de datos 1262 y UCI (por ejemplo, CSI, ACK/NACK, etc.) del controlador/procesador 1280. El procesador 1264 también puede generar símbolos de referencia para una o más señales de referencia. Los símbolos del procesador de transmisión 1264 pueden precodificarse mediante un procesador de MIMO de TX 1266 cuando proceda, procesarse todavía más mediante los moduladores 1254a a 1254r (por ejemplo, para SC-FDM, OFDM, etc.) y transmitirse. En la estación base 110y, las señales de enlace ascendente procedentes del UE 120y y otros UE pueden recibirse mediante las antenas 1234, procesarse mediante los demoduladores 1232, detectarse mediante un detector MIMO 1236 cuando sea aplicable y procesarse además mediante un procesador de recepción 1238 para obtener datos descodificados y UCI enviada por el UE 120y y otros UE. El procesador 1238 puede proporcionar los datos descodificados a un sumidero de datos 1239 y la UCI descodificada a un controlador/procesador 1240.

Los controladores/procesadores 1240 y 1280 pueden dirigir el funcionamiento en la estación base 110y y en el UE 120y, respectivamente. El procesador 1240 y/u otros procesadores y módulos de la estación base 110y pueden realizar o dirigir el proceso 900 en la FIG. 9 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. El procesador 1280 y/u otros procesadores y módulos de la estación base 120y pueden realizar o dirigir el proceso 1000 en la FIG. 10 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. Las memorias 1242 y 1282 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110y y el UE 120y, respectivamente. Un planificador 1244 puede planificar los UE para la transmisión de datos.

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 comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que se pueden 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.

Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con la divulgación en el presente documento, se pueden implementar como hardware, software/firmware o combinaciones de los mismos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito en general diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos desde el punto de vista de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software/firmware depende de la aplicación y de las limitaciones de diseño particulares impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar las funciones descritas de formas variadas para cada aplicación particular, pero no se debe interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

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 propósito 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 o de transistores discretos, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito 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.

Los pasos de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con la divulgación en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software/firmware ejecutado por un procesador o combinaciones de los mismos. Un módulo de software/firmware puede residir en una memoria RAM, en una memoria flash, en una memoria ROM, en una memoria EPROM, en una memoria EEPROM, en registros, en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida 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.

En uno o más diseños a modo de ejemplo, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software/firmware o en combinaciones de los mismos. Si se implementan en software/firmware, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir a través de, 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 puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y a los que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión recibe apropiadamente 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 digital de abonado (DSL) o 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, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usa en el presente documento, incluyen un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen habitualmente datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de los anteriores también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

La descripción previa de la divulgación se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones de 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 lo tanto, no se pretende limitar la divulgación a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio consecuente con los principios y las características novedosas divulgadas en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende:

determinar la primera y segunda portadoras de componentes, CC, en las que una de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de frecuencia, FDD, y la otra de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de tiempo, TDD, configurada para un equipo de usuario UE (120), estando asociadas la primera y segunda CC con un primer y segundo mensaje de control de información de enlace descendente, DCI, respectivamente, que tienen diferentes definiciones, en el que el segundo mensaje de control de DCI incluye un campo de información de control no incluido en el primer mensaje de control de DCI; enviar la primera información de control para la primera CC basándose en una definición del segundo mensaje de control de DCI para la segunda CC, en el que el primer mensaje de control de DCI está asociado con un primer conjunto de campos de información de control y el segundo mensaje de control de DCI está asociado con un segundo conjunto de campos de información de control, y en el que la primera información de control para la primera CC se envía basándose en el segundo conjunto de campos de información de control para el segundo mensaje de control de DCI; en el que uno de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la FDD CC se envía a través de un canal de control de enlace descendente físico, PDCCH, en la TDD CC o en el que el otro de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la TDD CC se envía a través del PDCCH en la FDD CC.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer y segundo mensajes de control de DCI tienen diferentes tamaños de mensaje.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el UE (120) está configurado con una pluralidad de CC que incluyen la primera y segunda CC.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la primera CC está asociada con un primer espacio de búsqueda (512; 514; 516) para enviar información de control al UE (120), y en el que la segunda CC está asociada con un segundo espacio de búsqueda (512; 514; 516) para enviar información de control al UE (120).

5. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para determinar la primera y segunda CC configuradas para un UE (120), en el que una de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de frecuencia, FDD, y la otra de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de tiempo, TDD, estando asociadas la primera y segunda CC con un primer y segundo mensaje de control de información de enlace descendente, DCI, respectivamente, que tienen diferentes definiciones, en el que el segundo mensaje de control de DCI incluye un campo de información de control no incluido en el primer mensaje de control de DCI; medios para enviar la primera información de control para la primera CC basándose en una definición del segundo mensaje de control de DCI para la segunda CC, en el que el primer mensaje de control de DCI está asociado con un primer conjunto de campos de información de control y el segundo mensaje de control de DCI está asociado con un segundo conjunto de campos de información de control, y en el que la primera información de control para la primera CC se envía basándose en el segundo conjunto de campos de información de control para el segundo mensaje de control de DCI; en el que uno de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la FDD CC se envía a través de un canal de control de enlace descendente físico, PDCCH, en la TDD CC o en el que el otro de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la TDD CC se envía a través del PDCCH en la FDD CC.

6. Un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende:

determinar la primera y segunda CC configuradas para un UE (120), en el que una de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de frecuencia, FDD, y la otra de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de tiempo, TDD, estando la primera y segunda CC asociadas con mensajes de control de información de control de enlace descendente, DCI, primero y segundo, respectivamente, que tienen diferentes definiciones, en el que el segundo mensaje de control de DCI incluye un campo de información de control no incluido en el primer mensaje de control de DCI; recibir la primera información de control para la primera CC enviada basándose en una definición del segundo mensaje de control de DCI para la segunda CC, en el que el primer mensaje de control de DCI está asociado con un primer conjunto de campos de información de control y el segundo mensaje de control de DCI está asociado con un segundo conjunto de campos de información de control, y en el que la primera información de control para la primera CC se envía basándose en el segundo conjunto de campos de información de control para el segundo mensaje de control de DCI; en el que uno de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la FDD CC se envía a través de un canal de control de enlace descendente físico, PDCCH, en la TDD CC o en el que el otro de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la TDD CC se envía a través del PDCCH en la FDD CC.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el UE (120) está configurado con una pluralidad de CC que incluyen la primera y segunda CC.

8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la primera CC está configurada para FDD y la segunda CC está configurada para TDD.

9. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la primera CC está asociada con un primer espacio de búsqueda (512; 514; 516) para enviar información de control al UE (120), y en el que la segunda CC está asociada con un segundo espacio de búsqueda (512; 514; 516) para enviar información de control al UE (120).

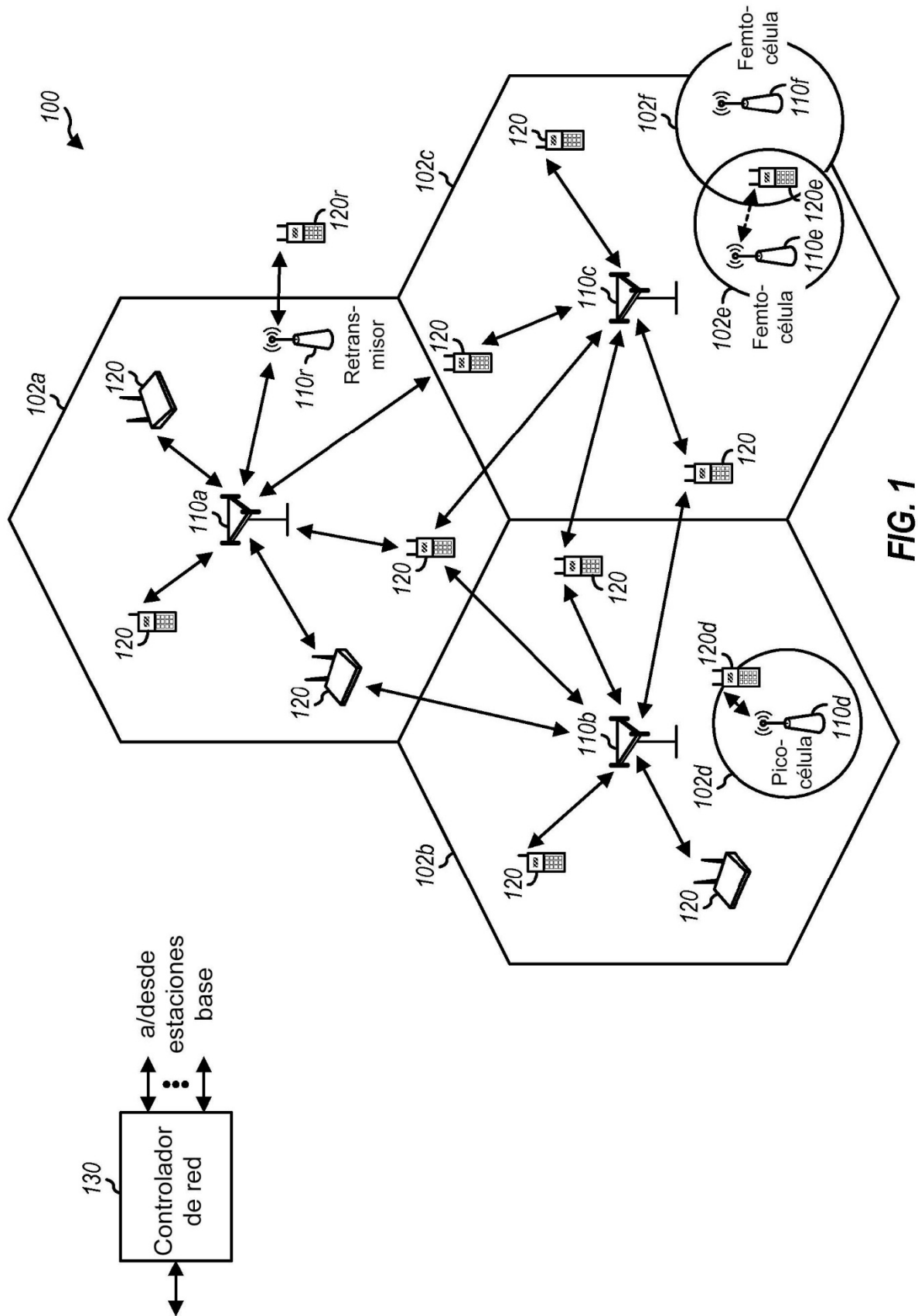
10. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

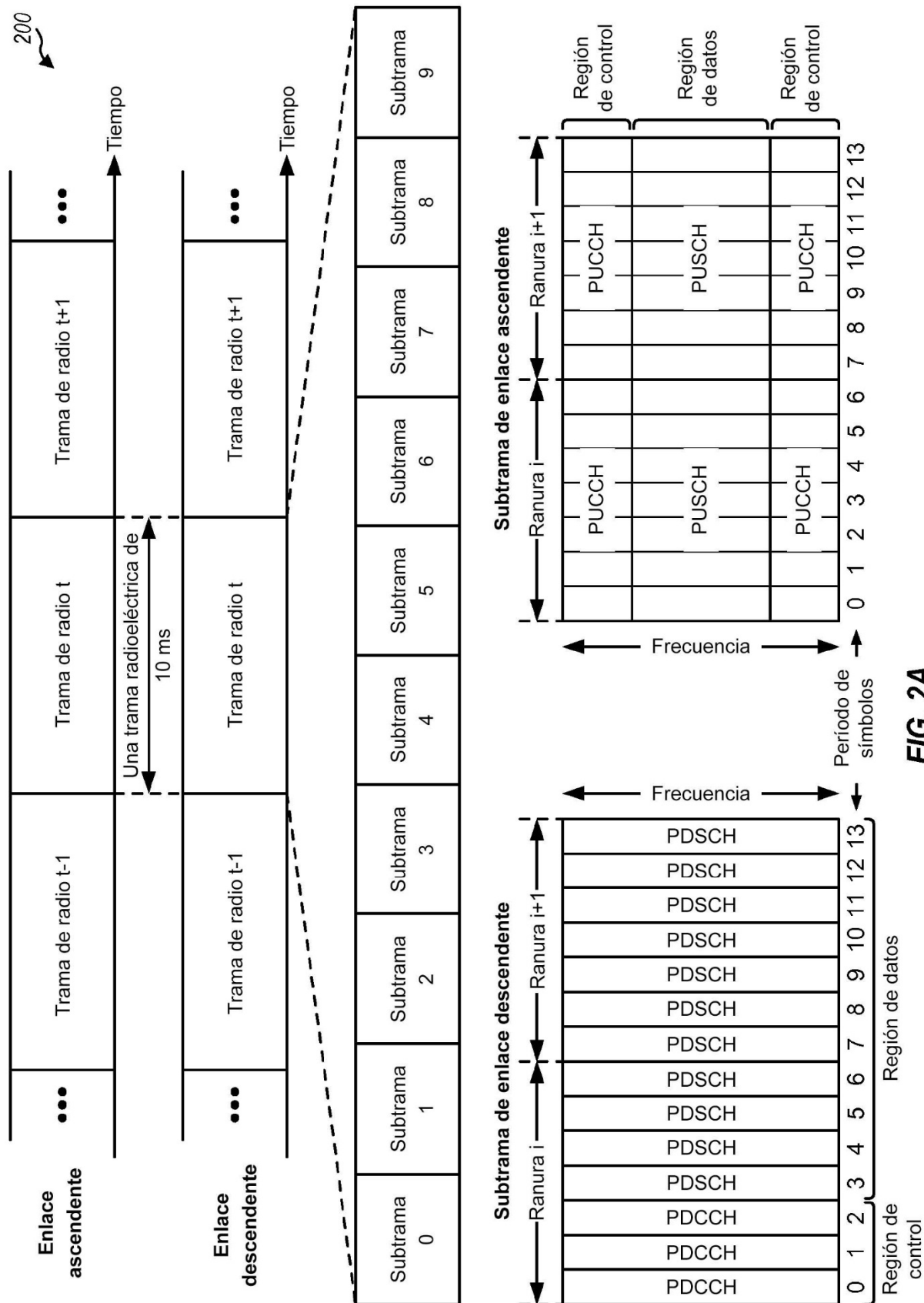
medios para determinar la primera y segunda CC configuradas para un UE (120), en el que una de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de frecuencia, FDD, y la otra de la primera y segunda CC está configurada para dúplex por división de tiempo, TDD, estando asociadas la primera y segunda CC con un primer y segundo mensaje de control de información de enlace descendente, DCI, respectivamente, que tienen diferentes definiciones, en el que el segundo mensaje de control de DCI incluye un campo de información de control no incluido en el primer mensaje de control de DCI;

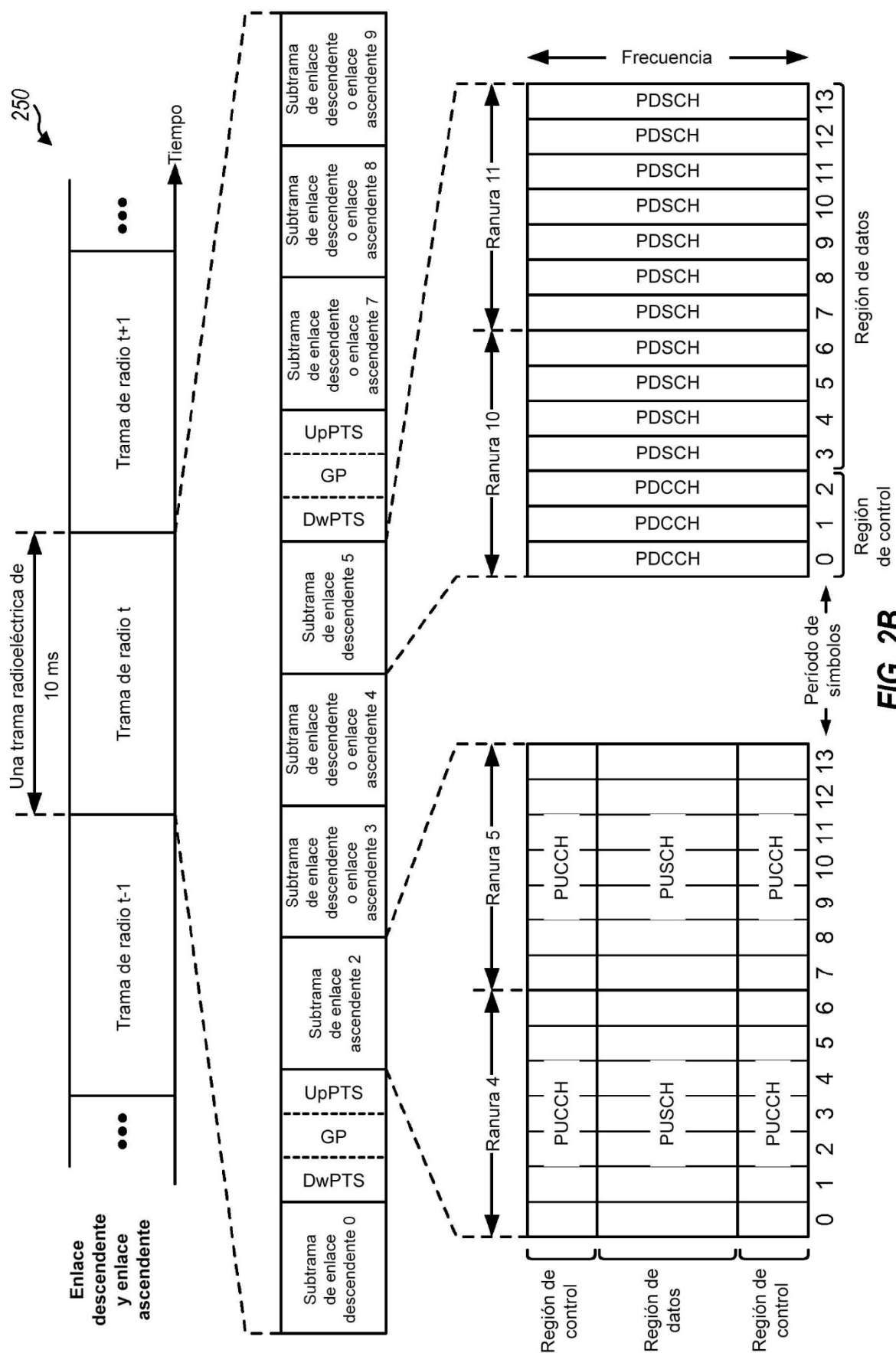
medios para recibir la primera información de control para la primera CC enviada basándose en una definición del segundo mensaje de control de DCI para la segunda CC,

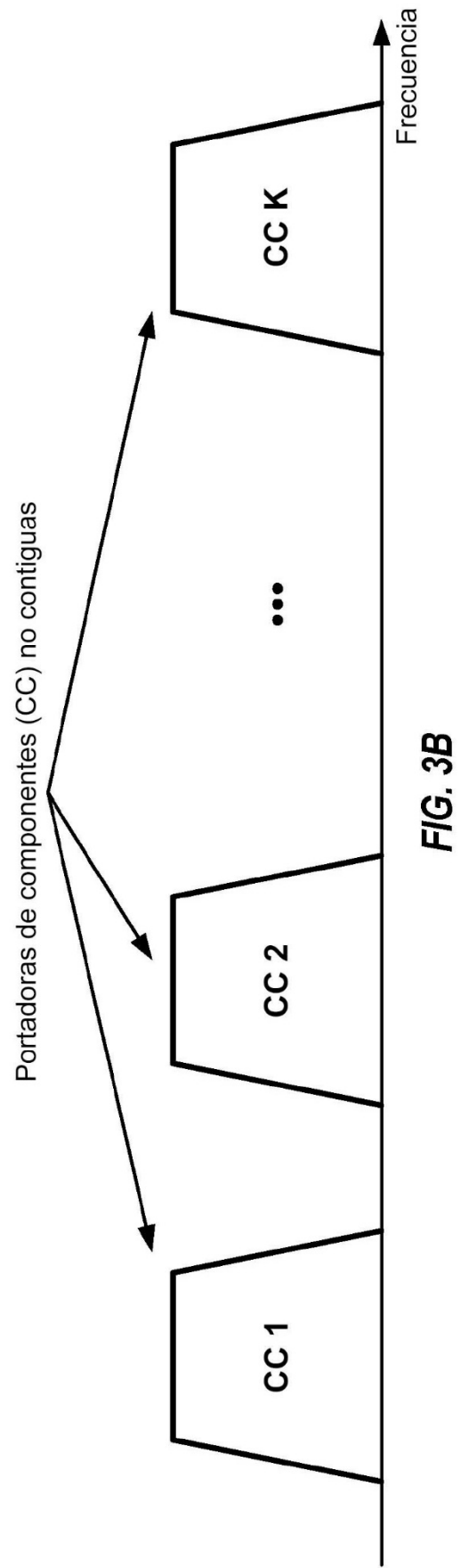
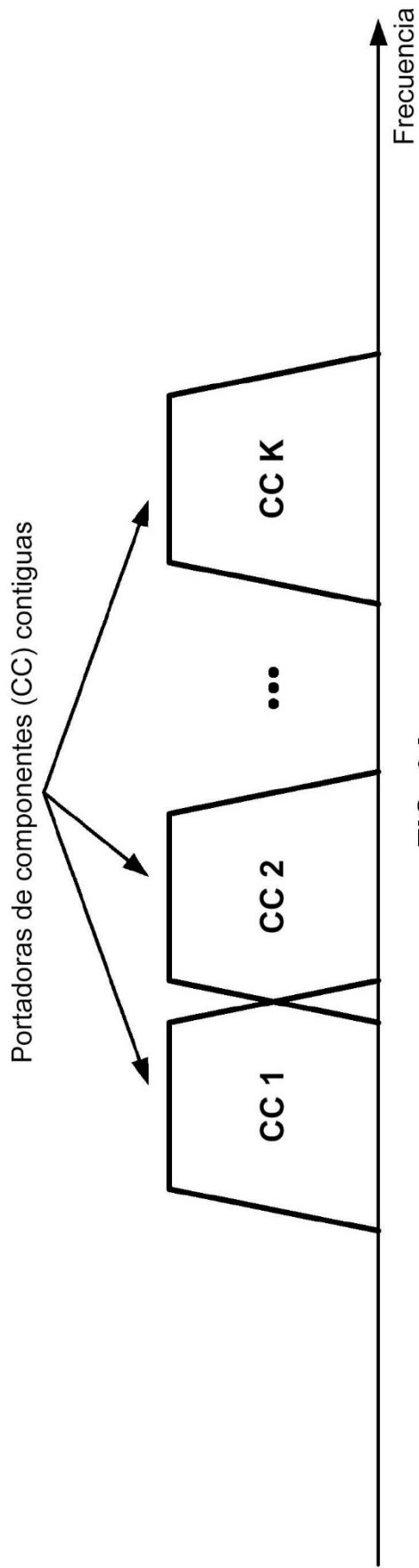
en el que el primer mensaje de control de DCI está asociado con un primer conjunto de campos de información de control y el segundo mensaje de control de DCI está asociado con un segundo conjunto de campos de información de control, y en el que la primera información de control para la primera CC se envía basándose en el segundo conjunto de campos de información de control para el segundo mensaje de control de DCI; en el que uno de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la FDD CC se envía a través de un canal de control de enlace descendente físico, PDCCH, en la TDD CC o en el que el otro de los mensajes de control de DCI primero y segundo para la TDD CC se envía a través del PDCCH en la FDD CC.

11. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el procedimiento de las reivindicaciones 1-4 o 6-9.









Funcionamiento de portadora única

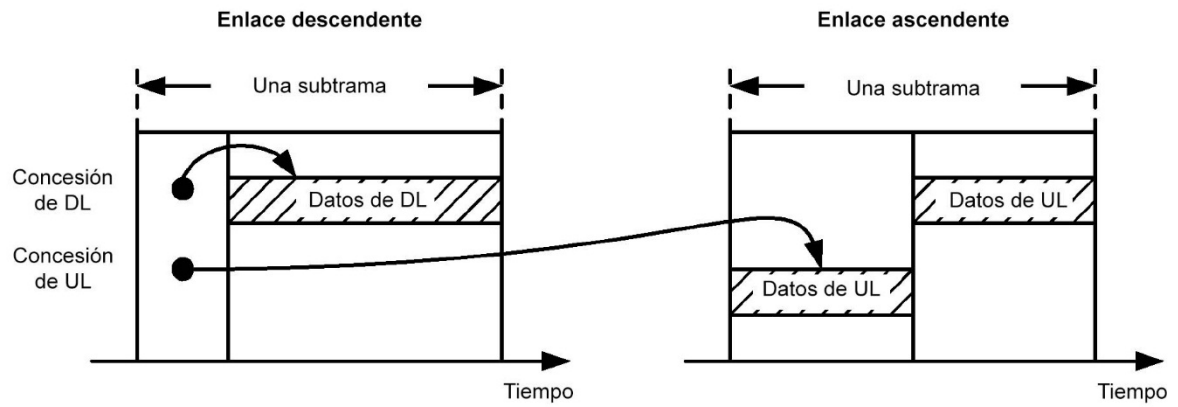


FIG. 4A

Agregación de portadoras sin señalización de portadoras cruzadas

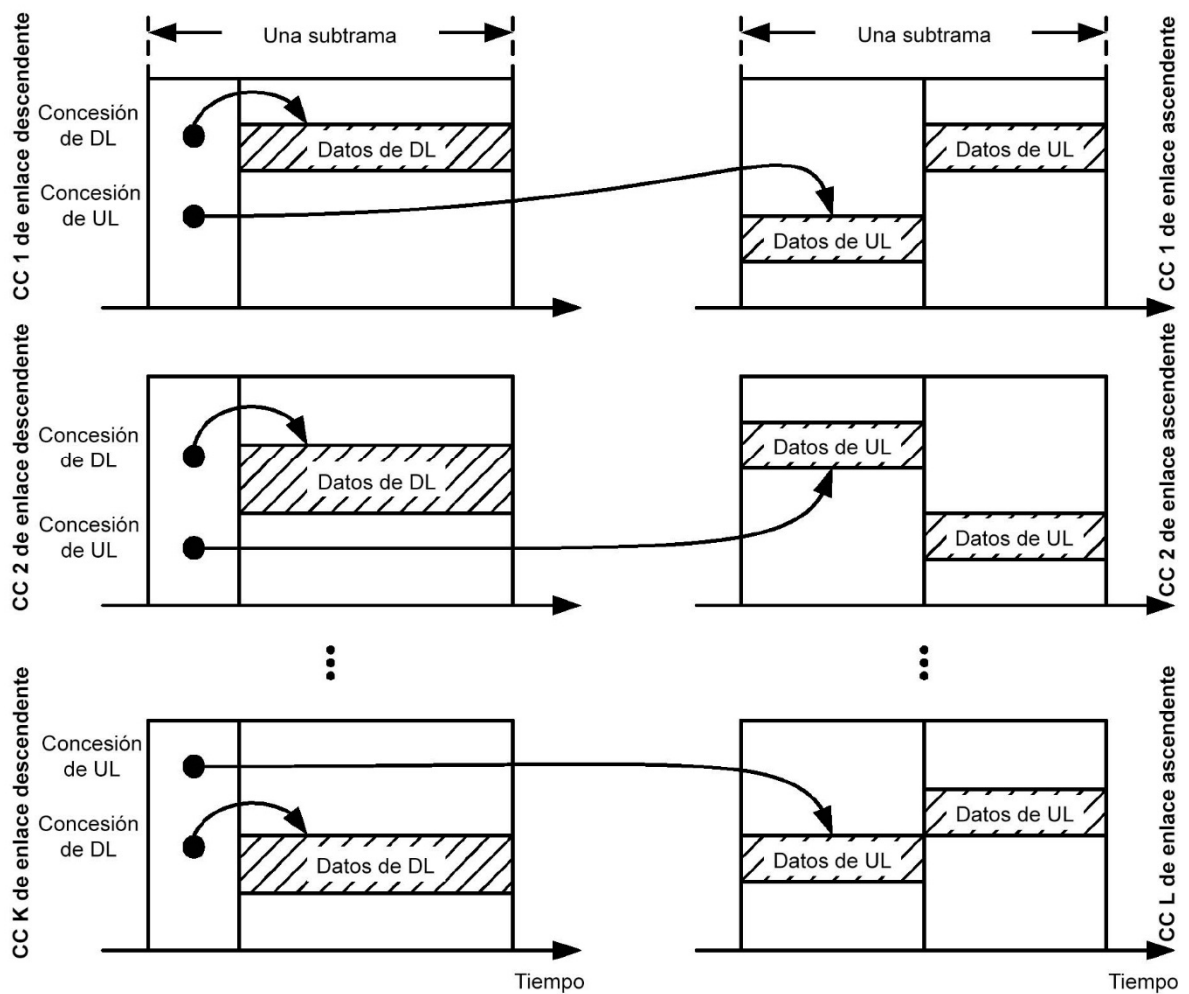


FIG. 4B

Agregación de portadoras con señalización de portadoras cruzadas

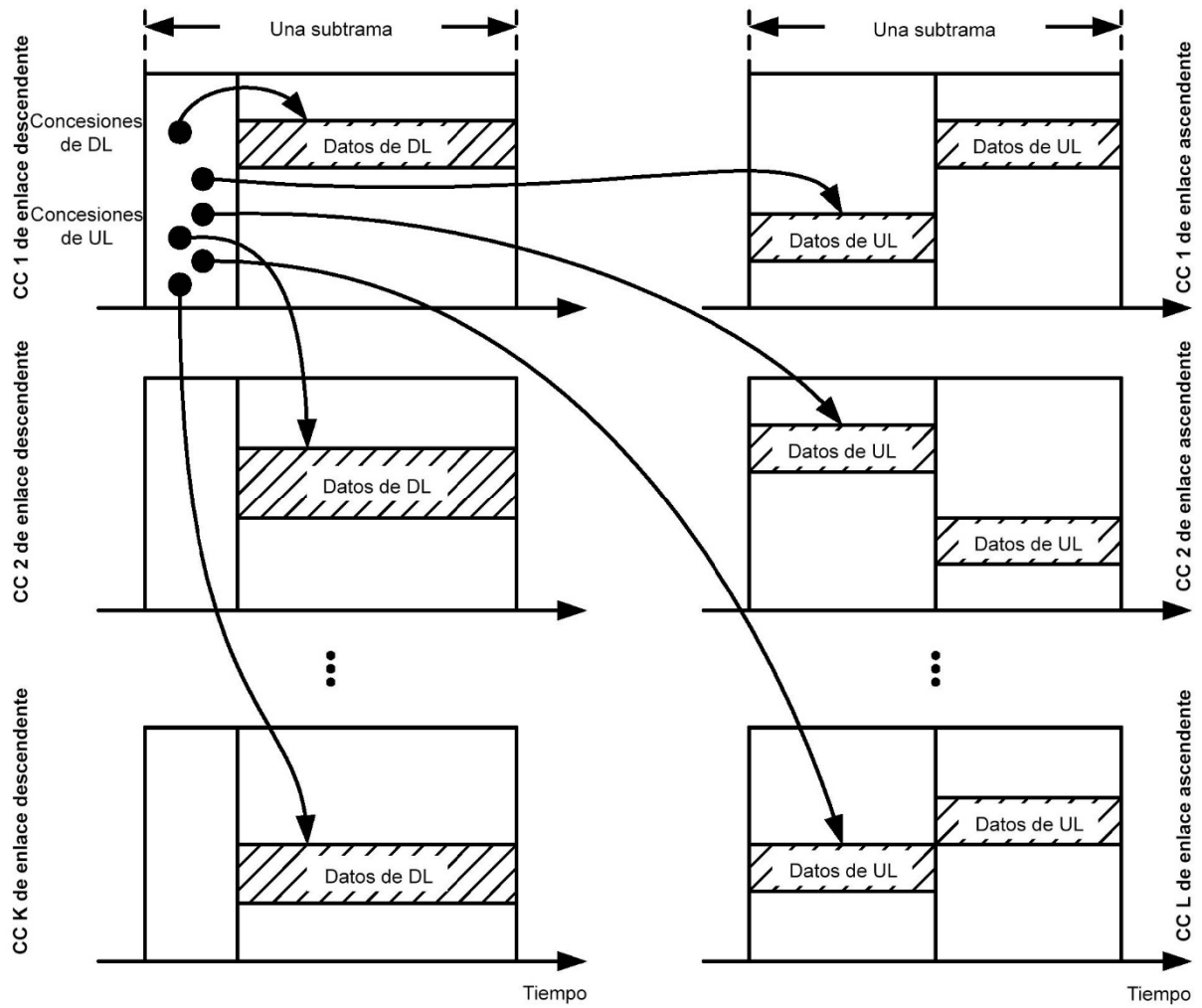
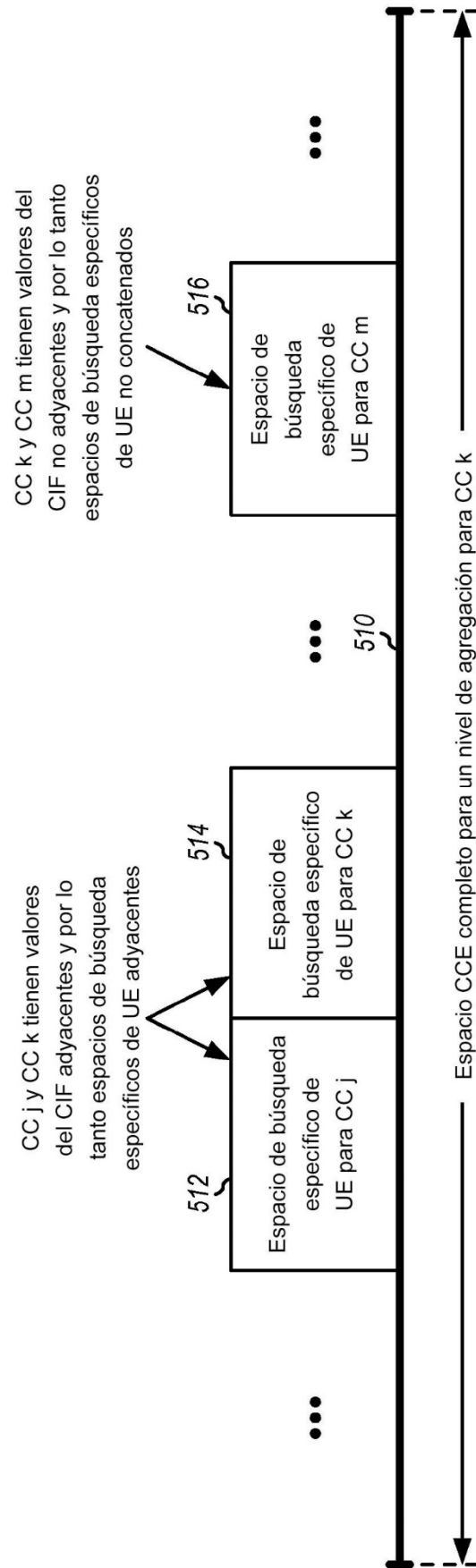


FIG. 4C



**FIG. 5**

Compartir espacio de búsqueda con señalización de portadora cruzada

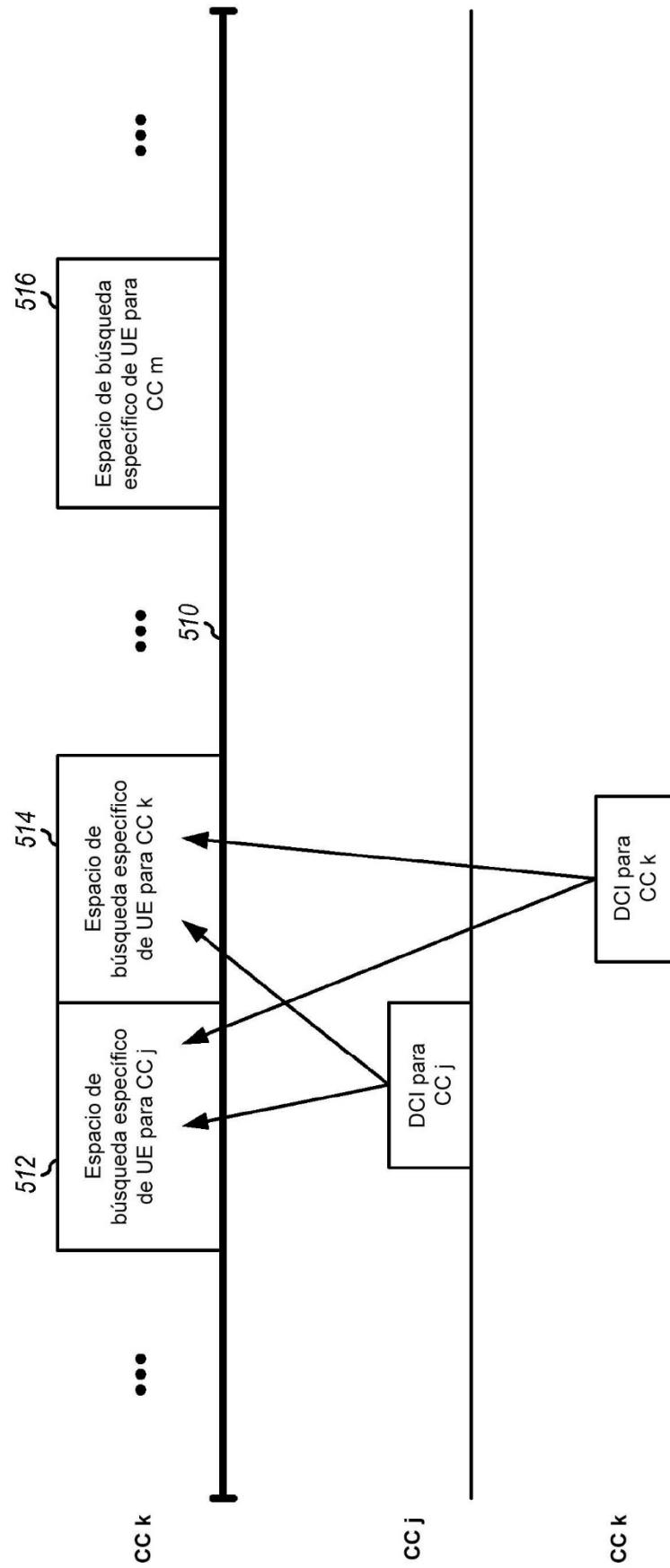
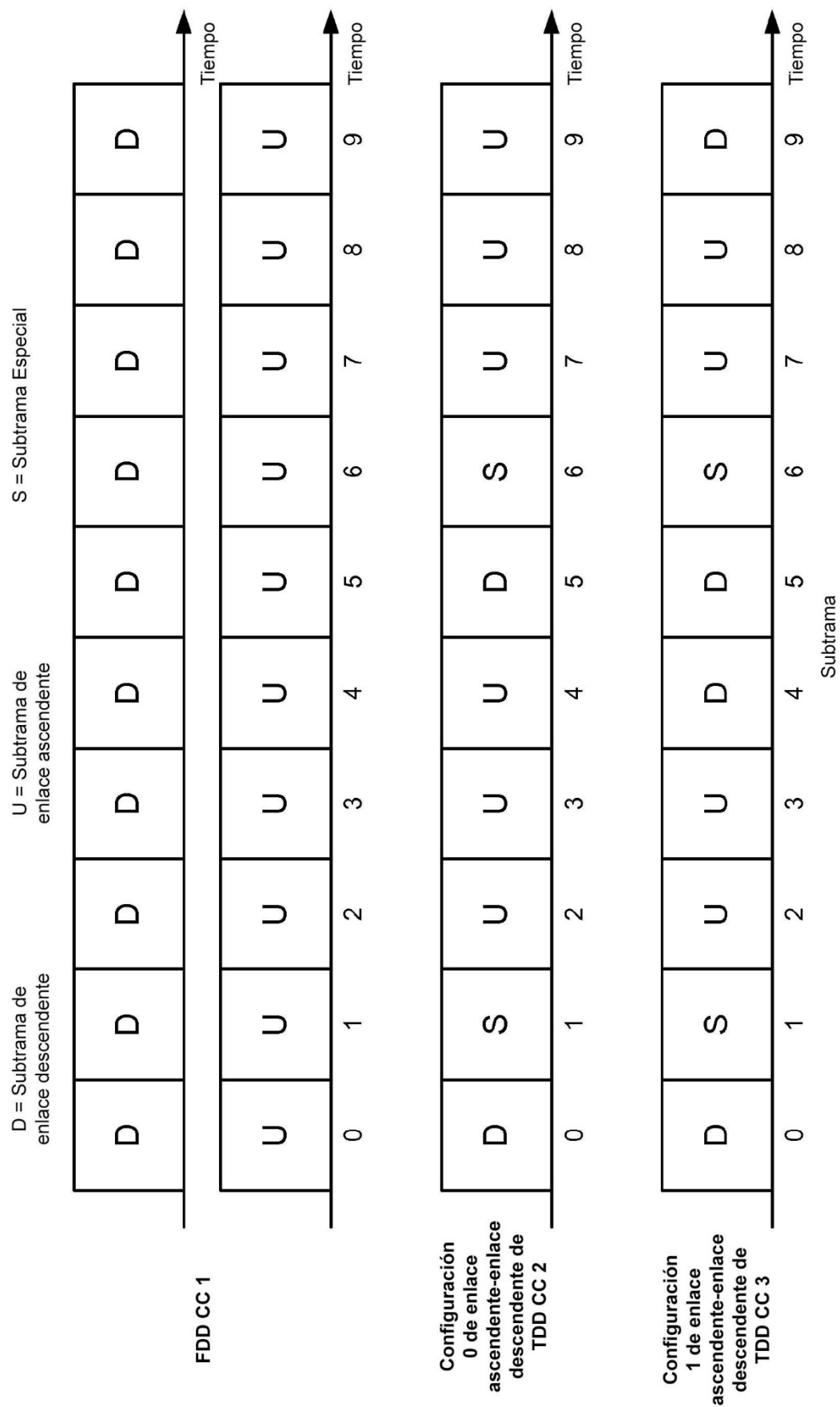


FIG. 6



**FIG. 7**

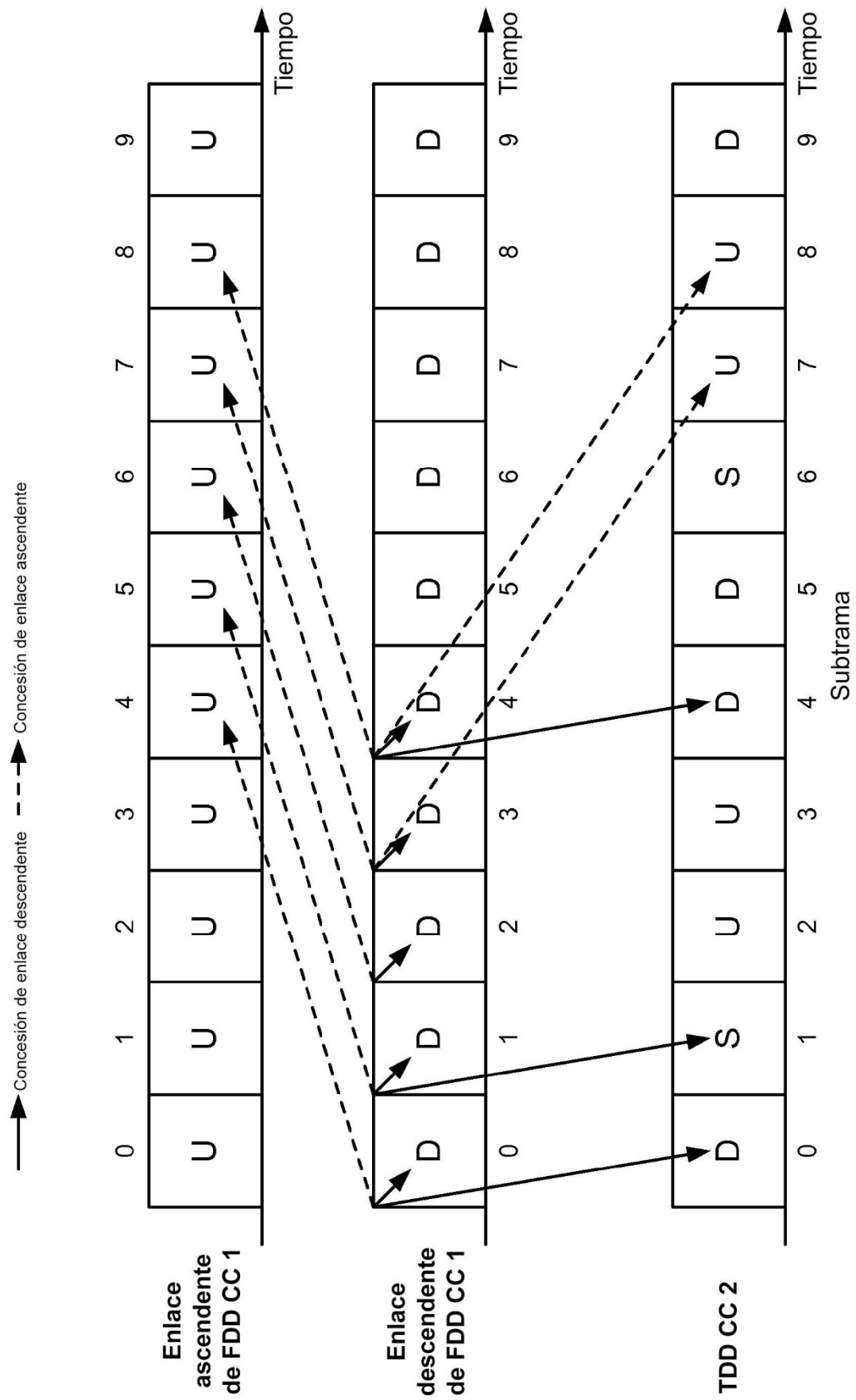
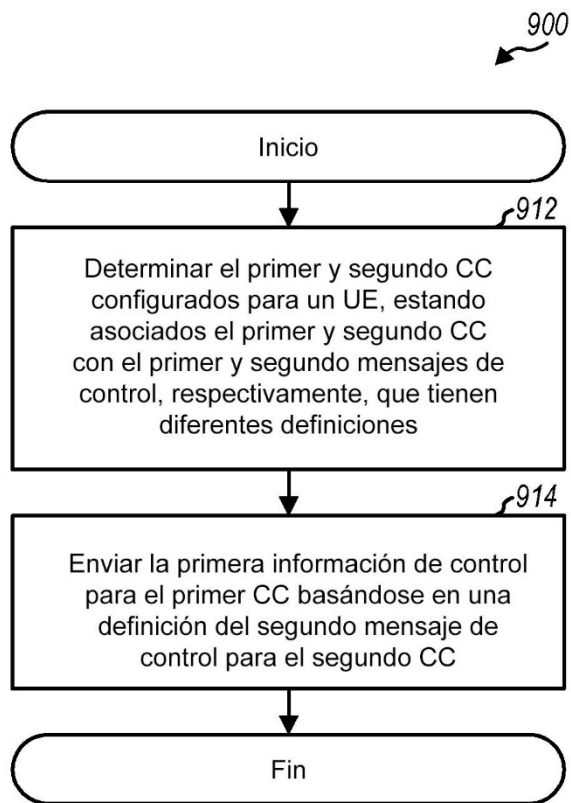
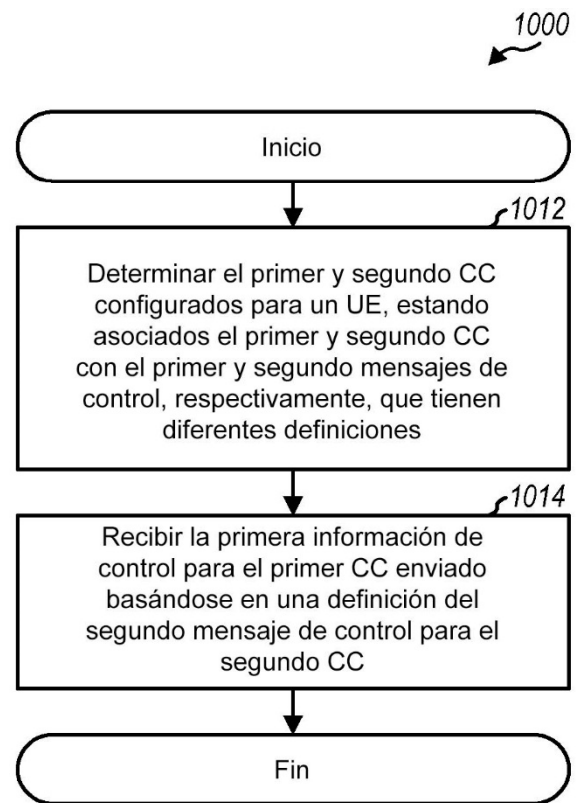


FIG. 8



**FIG. 9**



**FIG. 10**

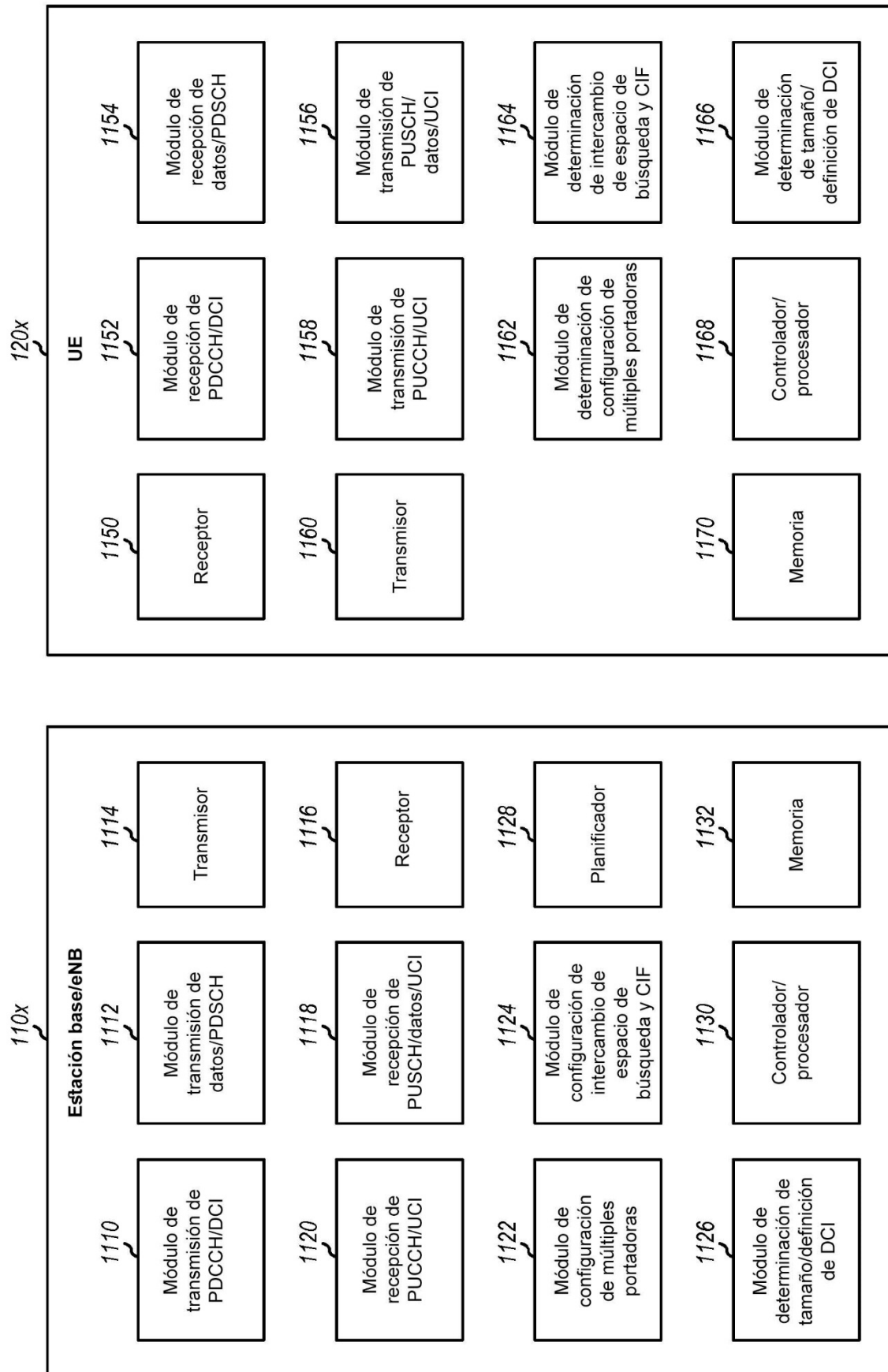


FIG. 11

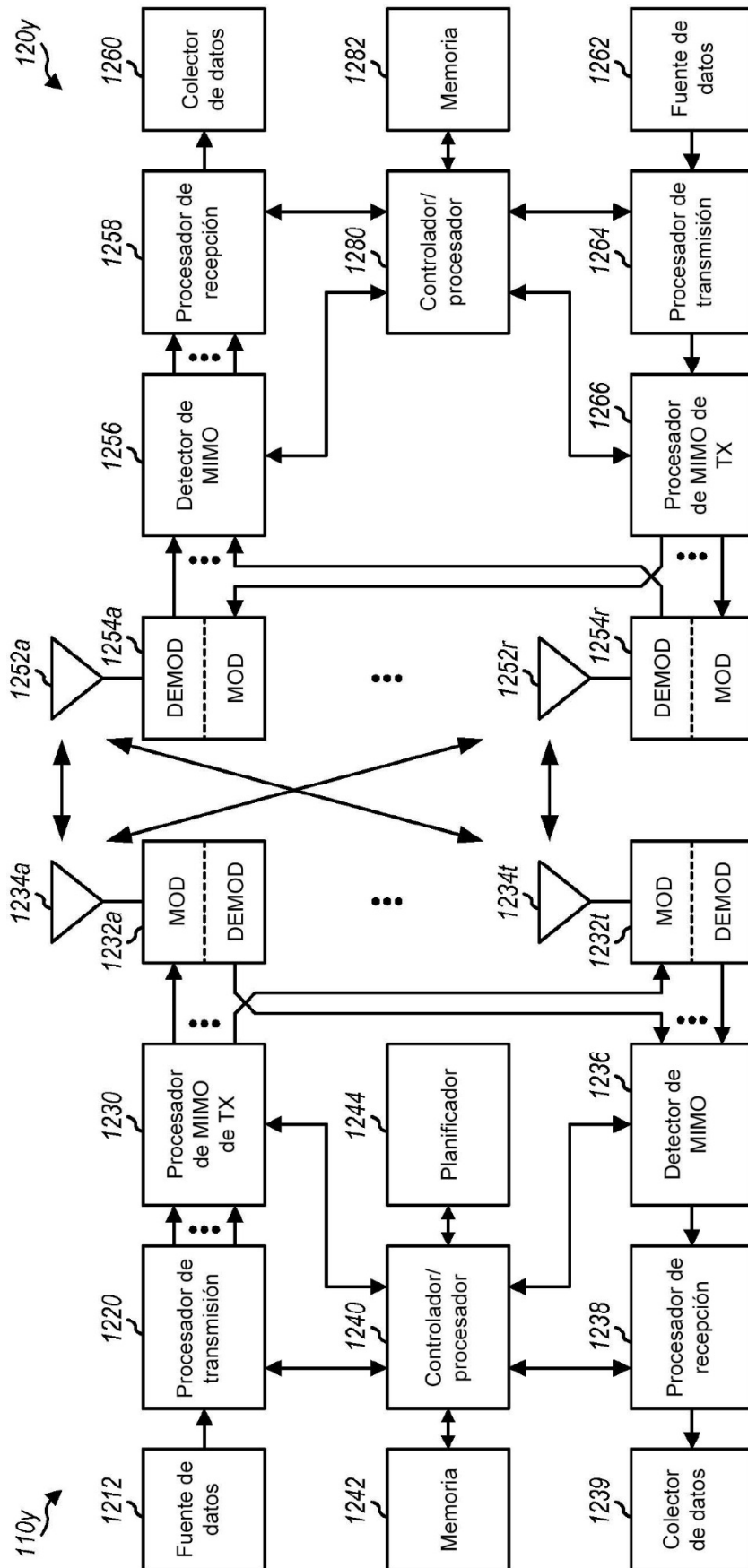


FIG. 12