

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 878**

51 Int. Cl.:

H04W 76/28 (2008.01)
H04W 72/04 (2009.01)
H04W 52/02 (2009.01)
H04W 4/70 (2008.01)
H04L 1/18 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2016** **PCT/US2016/058083**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2017** **WO17074806**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2016** **E 16788621 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020** **EP 3369287**

54 Título: **DRX y SPS para MTC con transmisiones agrupadas**

30 Prioridad:

26.10.2015 US 201562246569 P
15.08.2016 US 201615236947

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
18.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

RICO ALVARINO, ALBERTO;
VAJAPEYAM, MADHAVAN SRINIVASAN;
CHEN, WANSHI y
XU, HAO

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 812 878 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

DRX y SPS para MTC con transmisiones agrupadas

5 ANTECEDENTES

Campo

10 [0001] La presente divulgación se refiere en general a sistemas de comunicación, y más en particular, a la recepción discontinua (DRX) y programación semipersistente (SPS) aplicada a la comunicación de tipo máquina (MTC).

Antecedentes

15 [0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y radiodifusión. Los sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden admitir una comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos del sistema disponibles. Los ejemplos de dichas tecnologías de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de código síncrono y división de tiempo (TD-SCDMA).

25 [0003] Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversas normas de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permite a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse a nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de norma de telecomunicaciones es la evolución a largo plazo (LTE). La LTE es un conjunto de mejoras de la norma móvil del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), promulgada por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). La LTE está diseñada para admitir el acceso de banda ancha móvil a través de una eficacia espectral mejorada, costes reducidos y servicios mejorados usando OFDMA en el enlace descendente, SC-FDMA en el enlace ascendente y la tecnología de antena de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Sin embargo, puesto que la demanda de acceso de banda ancha móvil sigue incrementando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología LTE. Estas mejoras también pueden ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a las normas de telecomunicación que emplean estas tecnologías.

35 [0004] La recepción discontinua (DRX) es una técnica que se puede usar en comunicaciones inalámbricas para conservar la vida útil de la batería de un equipo de usuario (UE). Para realizar DRX, el UE y la red pueden negociar períodos de ventana de activación durante los cuales el UE enciende el receptor para permitir la transferencia de datos con la red. Fuera de los períodos de ventana de activación, el UE puede apagar el receptor y entrar en un estado de energía baja o cero para conservar la vida útil de la batería.

40 [0005] En la comunicación de tipo máquina mejorada (eMTC), los canales se pueden agrupar en el dominio del tiempo, usando repeticiones en múltiples subtramas. La programación semipersistente (SPS) actual y DRX para MTC o eMTC pueden no acomodar dichas repeticiones.

45 [0006] El documento de la reunión 3GPP TSG RAN WG2 #91bis "DRX enhancements for Rel-13 low complexity MTC" de Samsung, R2-154425, analiza que el concepto de DRX todavía sería beneficioso incluso para MTC de baja complejidad Rel-13. Sin embargo, debido a las fuertes repeticiones, es difícil aplicar el mecanismo DRX heredado a UE de MTC compatible con CE (extensión de cobertura). El documento discute las modificaciones para UE de MTC de baja complejidad Rel-13.

BREVE EXPLICACIÓN

55 [0007] La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Algunas de las explicaciones dadas en el presente documento no son modos de realización de la invención, pero forman ejemplos útiles para comprender la invención. Lo siguiente presenta una breve explicación simplificada de uno o más aspectos para proporcionar un entendimiento básico de dichos aspectos. Esta breve explicación no es una visión general exhaustiva de todos los aspectos contemplados, y no pretende ni identificar elementos clave o esenciales de todos los aspectos ni delimitar el alcance de algunos o de todos los aspectos. Su único propósito es presentar algunos conceptos de uno o más aspectos de forma simplificada como preludio de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

60 [0008] En eMTC, los canales se pueden agrupar, por ejemplo, repetidos usando múltiples subtramas. Por ejemplo, un canal de control puede usar un nivel de repetición de 2 cada 2 subtramas, 4 cada 4 subtramas, etc. Los canales de datos también se pueden agrupar con longitud dinámica. A veces, la subtrama de inicio para el

canal de control puede no estar alineada con el delimitador de la trama de radio.

[0009] SPS y DRX actuales para MTC/eMTC pueden no acomodar dichas repeticiones. Por ejemplo, las repeticiones para un canal agrupado pueden quedar parcialmente dentro de una duración DRX ON y pueden estar parcialmente fuera de la duración DRX ON. Por lo tanto, un UE puede que solo tenga su receptor encendido para recibir una parte de las subtramas del canal agrupado.

[0010] La presente divulgación resuelve este problema al proporcionar al UE técnicas para manejar un canal agrupado que solo se superpone parcialmente a una duración DRX ON, así como técnicas para determinar los parámetros de configuración DRX en base a parámetros de canales agrupados y manejar subtramas inválidas para una concesión SPS.

[0011] En un ejemplo de la divulgación que las reivindicaciones no cubren, se proporcionan un procedimiento, un medio legible por ordenador y un aparato. El aparato determina una duración DRX ON y determina un conjunto de subtramas que transportan un primer candidato de canal físico de control de enlace descendente de MTC (M-PDCCH) agrupado, incluyendo el conjunto de subtramas una pluralidad de subtramas. El aparato determina que la duración DRX ON se superpone al menos parcialmente con el conjunto de subtramas y realiza uno de (a) abstenerse de descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado, (b) descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado, o (c) extender la duración DRX ON para incluir el conjunto de subtramas por completo y descodificar el primer candidato M-PDCCH transportado en el conjunto de subtramas en la duración DRX ON extendida. Por ejemplo, el aparato puede descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado, si toda la pluralidad de subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado está dentro de la duración DRX ON y se puede abstener de descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado si al menos una subtrama de la pluralidad de subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado está fuera de la duración DRX ON.

[0012] En un aspecto de la divulgación, se proporcionan un procedimiento, un medio legible por ordenador y un aparato. El aparato determina un parámetro de un candidato M-PDCCH monitoreado por un UE, recibe una indicación asociada con una configuración DRX del UE y determina un parámetro de configuración DRX, siendo el parámetro de configuración DRX una función del parámetro del candidato M-PDCCH y la indicación, el parámetro de configuración DRX que indica la duración DRX ON. El parámetro del M-PDCCH agrupado comprende un nivel de repetición y la indicación puede comprender además un número de subtramas para las cuales el UE debe monitorear PDCCH.

[0013] En otro ejemplo de la divulgación que las reivindicaciones no cubren, se proporcionan un procedimiento, un medio legible por ordenador y un aparato. El aparato recibe una concesión SPS para un conjunto de subtramas, incluyendo el conjunto de subtramas una subtrama no disponible, determina un subconjunto de subtramas disponibles en el conjunto de subtramas y ajusta la recepción o transmisión durante el conjunto de subtramas en base al subconjunto de subtramas disponibles. Por ejemplo, el aparato puede posponer una transmisión agrupada programada para la subtrama no disponible y para cualquier subtrama del conjunto de subtramas que es posterior a la subtrama no disponible. Como otro ejemplo, el aparato puede descartar una transmisión agrupada programada para la subtrama no disponible o descartar la transmisión completa que se superpondría parcialmente con la subtrama no disponible.

[0014] Para conseguir los fines anteriores y otros relacionados, los uno o más aspectos comprenden los rasgos característicos descritos en mayor detalle más adelante en el presente documento, y señalados en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados rasgos característicos ilustrativos de los uno o más aspectos. Sin embargo, estos rasgos característicos solo indican algunas de las diversas formas en que se pueden emplear los principios de diversos aspectos, y esta descripción pretende incluir la totalidad de dichos aspectos y sus equivalentes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0015]

La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de sistema de comunicaciones inalámbricas y una red de acceso.

Las FIGS. 2A, 2B, 2C y 2D son diagramas que ilustran ejemplos de LTE de una estructura de trama DL, canales DL dentro de la estructura de trama DL, una estructura de trama UL y canales UL dentro de la estructura de trama UL, respectivamente.

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un Nodo B evolucionado (eNB) y UE en una red de acceso.

La FIG. 4 es un ejemplo de configuración de subtramas M-PDCCH y una duración DRX ON.

FIG. 5 es una configuración de ejemplo de subtramas M-PDCCH y una duración DRX ON.

La FIG. 6 es una configuración de ejemplo de subtramas M-PDCCH y una duración DRX ON.

La FIG. 7 es una configuración de ejemplo de subtramas M-PDCCH y una duración DRX ON.

La FIG. 8 es una configuración de ejemplo de subtramas M-PDCCH y una duración DRX ON.

La FIG. 9 es un ejemplo de configuración de subtramas de referencia CSI y ciclo DRX.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 13 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 15 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo de un procedimiento de comunicación inalámbrica.

La FIG. 17 es un diagrama de flujo de datos conceptual que ilustra el flujo de datos entre diferentes medios/componentes en un aparato ejemplar.

La FIG. 18 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una implementación en hardware para un aparato que emplea un sistema de procesamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0016] La descripción detallada expuesta a continuación, en relación con los dibujos adjuntos, pretende ser una descripción de diversas configuraciones y no pretende representar las únicas configuraciones en las que se pueden llevar a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos para el propósito de proporcionar un entendimiento exhaustivo de diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente a los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos ejemplos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar complicar dichos conceptos.

[0017] A continuación se presentarán varios aspectos de sistemas de telecomunicación con referencia a diversos aparatos y procedimientos. Estos aparatos y procedimientos se describirán en la siguiente descripción detallada y se ilustrarán en los dibujos adjuntos por diversos bloques, componentes, circuitos, procedimientos, algoritmos, etc. (denominados conjuntamente "elementos"). Estos elementos se pueden implementar usando hardware electrónico, programa informático o cualquier combinación de los mismos. Que dichos elementos se implementen como hardware o programa informático depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas al sistema global.

[0018] A modo de ejemplo, un elemento, o cualquier parte de un elemento o cualquier combinación de elementos se pueden implementar como un "sistema de procesamiento" que incluye uno o más procesadores. Los ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, unidades de procesamiento de gráficos (GPU), unidades centrales de procesamiento (CPU), procesadores de aplicaciones, procesadores de señales digitales (DSP), procesadores informáticos de conjunto de instrucciones reducido (RISC), sistemas en un chip (SoC), procesadores de banda base, matrices de puertas programables in situ (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estado, lógica de puertas, circuitos de hardware discretos y otro tipo de hardware adecuado configurado para realizar las diversas funcionalidades descritas a lo largo de la presente divulgación. Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar programa informático. Programa informático se interpretará en sentido amplio para referirse a instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, componentes de programa informático, aplicaciones, aplicaciones de programa informático, paquetes de programa informático, rutinas, subrutinas, objetos, ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de si se denominan programa informático, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo.

[0019] En consecuencia, en uno o más modos de realización de ejemplo, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, programa informático, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en programa informático, las funciones se pueden almacenar en, o codificar como, una o más

instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informático. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder por un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una ROM programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), un almacenamiento de disco óptico, un almacenamiento de disco magnético, otros dispositivos de almacenamiento magnético, combinaciones de los tipos mencionados anteriormente de medios legibles por ordenador, o cualquier otro medio que se pueda usar para almacenar código ejecutable por ordenador en forma de instrucciones o estructuras de datos a las que se puede acceder por un ordenador.

[0020] La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de sistema de comunicaciones inalámbricas y una red de acceso 100. El sistema de comunicaciones inalámbricas (también denominado red de área amplia inalámbrica (WWAN)) incluye las estaciones base 102, los UE 104 y un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) 160. Las estaciones base 102 pueden incluir macroceldas (estación base celular de alta potencia) y/o celdas pequeñas (estación base celular de baja potencia). Las macroceldas incluyen los eNB. Las celdas pequeñas incluyen femtoceldas, picoceldas y microceldas.

[0021] Las estaciones base 102 (denominadas conjuntamente red de acceso por radio terrestre del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) evolucionado (E-UTRAN)) interactúan con el EPC 160 a través de enlaces de red de retorno 132 (por ejemplo, interfaz S1). Además de otras funciones, las estaciones base 102 pueden realizar una o más de las siguientes funciones: transferencia de datos de usuario, cifrado y descifrado de canales de radio, protección de integridad, compresión de cabeceras, funciones de control de movilidad (por ejemplo, traspaso, conectividad dual), coordinación de interferencia entre celdas, establecimiento y liberación de conexiones, equilibrado de carga, distribución para mensajes de estrato de no acceso (NAS), selección de nodos NAS, sincronización, uso compartido de red de acceso por radio (RAN), servicio de radiodifusión y multidifusión multimedia (MBMS), seguimiento de abonados y equipos, gestión de información RAN (RIM), radiobúsqueda, posicionamiento y entrega de mensajes de alerta. Las estaciones base 102 se pueden comunicar directa o indirectamente (por ejemplo, a través del EPC 160) entre sí sobre enlaces de red de retorno 134 (por ejemplo, interfaz X2). Los enlaces de red de retorno 134 pueden ser alámbricos o inalámbricos.

[0022] Las estaciones base 102 se pueden comunicar de forma inalámbrica con los UE 104. Cada una de las estaciones base 102 puede proporcionar cobertura de comunicación para una respectiva área de cobertura geográfica 110. Pueden existir áreas de cobertura geográfica 110 superpuestas. Por ejemplo, la celda pequeña 102' puede tener un área de cobertura 110' que se superpone al área de cobertura 110 de una o más macro estaciones base 102. Una red que incluye tanto celdas pequeñas como macroceldas se puede conocer como una red heterogénea. Una red heterogénea también puede incluir nodos B evolucionados (eNB) locales (HeNB), que pueden proporcionar servicio a un grupo restringido conocido como un grupo cerrado de abonados (CSG). Los enlaces de comunicación 120 entre las estaciones base 102 y los UE 104 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) (también denominado enlace inverso) desde un UE 104 a una estación base 102 y/o transmisiones de enlace descendente (DL) (también denominado enlace directo) desde una estación base 102 a un UE 104. Los enlaces de comunicación 120 pueden usar tecnología de antena MIMO, incluyendo la multiplexación espacial, la conformación de haces y/o la diversidad de transmisión. Los enlaces de comunicación pueden ser a través de una o más portadoras. Las estaciones base 102/UE 104 pueden usar espectro hasta anchos de banda por portadora de Y MHz (por ejemplo, 5, 10, 15, 20 MHz) asignados en una agregación de portadoras de hasta un total de Yx MHz (x portadoras de componentes) usadas para la transmisión en cada dirección. Las portadoras pueden o no ser contiguas entre sí. La asignación de portadoras puede ser asimétrica con respecto al DL y UL (por ejemplo, para el DL se pueden asignar más o menos portadoras que para el UL). Las portadoras de componente pueden incluir una portadora de componente primaria y una o más portadoras de componente secundarias. Una portadora de componente primaria se puede denominar celda primaria (PCell) y una portadora de componente secundaria se puede denominar celda secundaria (SCell).

[0023] El sistema de comunicaciones inalámbricas puede incluir además un punto de acceso wifi (AP) 150 en comunicación con estaciones wifi (STA) 152 por medio de enlaces de comunicación 154 en un espectro de frecuencias sin licencia de 5 GHz. Cuando se comunican en un espectro de frecuencias sin licencia, las STA 152/el AP 150 pueden realizar una evaluación de canal despejado (CCA) antes de comunicarse para determinar si el canal está disponible.

[0024] La celda pequeña 102' puede funcionar en un espectro de frecuencias con licencia y/o sin licencia. Cuando funciona en un espectro de frecuencias sin licencia, la celda pequeña 102' puede emplear LTE y usar el mismo espectro de frecuencias sin licencia de 5 GHz que el AP wifi 150. La celda pequeña 102', que emplea LTE en un espectro de frecuencias sin licencia, puede ampliar la cobertura e/o incrementar la capacidad de la red de acceso. La LTE en un espectro sin licencia se puede denominar LTE sin licencia (LTE-U), acceso asistido con licencia (LAA) o MuLTEfire.

[0025] El EPC 160 puede incluir una entidad de gestión de movilidad (MME) 162, otras MME 164, una pasarela de servicio 166, una pasarela de servicio de multidifusión y radiodifusión multimedia (MBMS) 168, un centro de

servicio de multidifusión y radiodifusión (BM-SC) 170 y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN) 172. La MME 162 puede estar en comunicación con un servidor de abonados locales (HSS) 174. La MME 162 es el nodo de control que procesa la señalización entre los UE 104 y el EPC 160. En general, la MME 162 proporciona gestión de portador y de conexión. Todos los paquetes de protocolo de Internet (IP) de usuario se transfieren a través de la pasarela de servicio 166, que por sí misma está conectada a la pasarela PDN 172. La pasarela PDN 172 proporciona asignación de direcciones IP de UE, así como otras funciones. La pasarela PDN 172 y el BM-SC 170 están conectados a los servicios IP 176. Los servicios IP 176 pueden incluir Internet, una intranet, un subsistema multimedia IP (IMS), un servicio de flujo continuo con PS (PSS) y/u otros servicios IP. El BM-SC 170 puede proporcionar funciones para el suministro y la entrega de servicios de usuario MBMS. El BM-SC 170 puede servir como punto de entrada para la transmisión MBMS de proveedor de contenido, se puede usar para autorizar e iniciar servicios de portador MBMS dentro de una red móvil terrestre pública (PLMN) y se puede usar para programar transmisiones MBMS. La pasarela MBMS 168 se puede usar para distribuir tráfico MBMS a las estaciones base 102 pertenecientes a un área de red de frecuencia única de multidifusión y radiodifusión (MBSFN) que realiza la radiodifusión de un servicio particular y puede ser responsable de la gestión de sesiones (inicio/parada) y de la recopilación de información de tarificación relacionada con el eMBMS.

[0026] La estación base también se puede denominar nodo B, nodo B evolucionado (eNB), punto de acceso, estación transceptora base, estación base de radio, transceptor de radio, función transceptora, conjunto de servicios básicos (BSS), conjunto de servicios ampliados (ESS) o con alguna otra terminología adecuada. La estación base 102 proporciona un punto de acceso al EPC 160 para un UE 104. Los ejemplos de UE 104 incluyen un teléfono móvil, un teléfono inteligente, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un dispositivo multimedia, un dispositivo de vídeo, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor MP3), una cámara, una consola de juegos, una tableta, un dispositivo inteligente, un dispositivo ponible o cualquier otro dispositivo de funcionamiento similar. El UE 104 también se puede denominar estación, estación móvil, estación de abonado, unidad móvil, unidad de abonado, unidad inalámbrica, unidad remota, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo remoto, estación de abonado móvil, terminal de acceso, terminal móvil, terminal inalámbrico, terminal remoto, microteléfono, agente de usuario, cliente móvil, cliente o con alguna otra terminología adecuada.

[0027] En referencia de nuevo a la FIG. 1, en un cierto aspecto no cubierto por las reivindicaciones, el UE 104 puede comprender un componente DRX 198 configurado para determinar cómo manejar candidatos M-PDCCH agrupados que se superponen parcialmente a una duración DRX ON, en otro aspecto, el UE 104 puede comprender un componente DRX 198 para determinar los parámetros de configuración de DRX. En otros ejemplos no cubiertos por las reivindicaciones, el UE 104 puede comprender un componente SPS 199 configurado para ajustar la recepción o transmisión DRX cuando las subtramas de una concesión SPS no están disponibles.

[0028] La FIG. 2A es un diagrama 200 que ilustra un ejemplo de estructura de trama DL en LTE. La FIG. 2B es un diagrama 230 que ilustra un ejemplo de canales dentro de la estructura de trama DL en LTE. La FIG. 2C es un diagrama 250 que ilustra un ejemplo de estructura de trama UL en LTE. La FIG. 2D es un diagrama 280 que ilustra un ejemplo de canales dentro de la estructura de trama UL en LTE. Otras tecnologías de comunicación inalámbrica pueden tener una estructura de trama diferente y/o canales diferentes. En LTE, una trama (10 ms) se puede dividir en 10 subtramas del mismo tamaño. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Se puede usar una rejilla de recursos para representar las dos ranuras temporales, incluyendo cada ranura temporal uno o más bloques de recursos (RB) concurrentes en el tiempo (también denominados RB físicos (PRB)). La rejilla de recursos está dividida en múltiples elementos de recurso (RE). En LTE, para un prefijo cíclico normal, un RB contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y 7 símbolos consecutivos (para DL, símbolos OFDM; para UL, símbolos SC-FDMA) en el dominio del tiempo, para un total de 84 RE. Para un prefijo cíclico extendido, un RB contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia y 6 símbolos consecutivos en el dominio de tiempo, para un total de 72 RE. El número de bits transportados por cada RE depende del esquema de modulación.

[0029] Como se ilustra en la FIG. 2A, algunos de los RE transportan señales de referencia (piloto) DL (DL-RS) para la estimación de canal en el UE. La DL-RS puede incluir señales de referencia específicas de celda (CRS) (a veces también llamadas RS comunes), señales de referencia específicas de UE (UE-RS) y señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS). La FIG. 2A ilustra CRS para los puertos de antena 0, 1, 2 y 3 (indicados como R₀, R₁, R₂ y R₃, respectivamente), UE-RS para el puerto de antena 5 (indicado como R₅) y CSI-RS para el puerto de antena 15 (indicado como R). La FIG. 2B ilustra un ejemplo de diversos canales dentro de una subtrama DL de una trama. El canal físico indicador de formato de control (PCFICH) está dentro del símbolo 0 de la ranura 0 y transporta un indicador de formato de control (CFI) que indica si el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) ocupa 1, 2 o 3 símbolos (la FIG. 2B ilustra un PDCCH que ocupa 3 símbolos). El PDCCH transporta información de control de enlace descendente (DCI) dentro de uno o más elementos de canal de control (CCE), incluyendo cada CCE nueve grupos de RE (REG), incluyendo cada REG cuatro RE consecutivos en un símbolo OFDM. Un UE se puede configurar con un PDCCH mejorado específico de UE (ePDCCH) que también transporta DCI. El ePDCCH puede tener 2, 4 u 8 pares de RB (la FIG. 2B muestra dos pares de RB, incluyendo cada subconjunto un par de RB). El canal físico indicador (PHICH) de solicitud de repetición automática

(ARQ) híbrida (HARQ) también está dentro del símbolo 0 de la ranura 0 y transporta el indicador HARQ (HI) que indica retroalimentación de acuse de recibo (ACK)/ACK negativo (NACK) de HARQ en base al canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). El canal de sincronización principal (PSSCH) está dentro del símbolo 6 de la ranura 0 dentro de las subtramas 0 y 5 de una trama, y transporta una señal de sincronización principal (PSS) que un UE usa para determinar la temporización de subtramas y una identidad de capa física. El canal de sincronización secundaria (SSSCH) está dentro del símbolo 5 de la ranura 0 dentro de las subtramas 0 y 5 de una trama, y transporta una señal de sincronización secundaria (SSS) que un UE usa para determinar un número de grupo de identidad de celda de capa física. En base a la identidad de capa física y al número de grupo de identidad de celda de capa física, el UE puede determinar un identificador de celda física (PCI). En base al PCI, el UE puede determinar las localizaciones de la DL-RS mencionada anteriormente. El canal físico de radiodifusión (PBCH) está dentro de los símbolos 0, 1, 2, 3 de la ranura 1 de la subtrama 0 de una trama y transporta un bloque de información maestro (MIB). El MIB proporciona un número de RB en el ancho de banda del sistema DL, una configuración PHICH y un número de trama de sistema (SFN). El canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) transporta datos de usuario, información de sistema de radiodifusión no transmitida a través del PBCH tal como bloques de información de sistema (SIB) y mensajes de radiobúsqueda.

[0030] Como se ilustra en la FIG. 2C, algunos de los RE transportan señales de referencia de desmodulación (DM-RS) para la estimación de canal en el eNB. El UE puede transmitir adicionalmente señales de referencia de sondeo (SRS) en el último símbolo de una subtrama. Las SRS pueden tener una estructura de peine, y un UE puede transmitir SRS en uno de los peines. Un eNB puede usar las SRS para una estimación de calidad de canal para permitir la programación dependiente de la frecuencia en el UL. La FIG. 2D ilustra un ejemplo de diversos canales dentro de una subtrama UL de una trama. Un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) puede estar dentro de una o más subtramas dentro de una trama en base a la configuración PRACH. El PRACH puede incluir seis pares de RB consecutivos dentro de una subtrama. El PRACH permite al UE realizar el acceso inicial al sistema y lograr la sincronización UL. Un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) puede estar localizado en los bordes del ancho de banda del sistema UL. El PUCCH transporta información de control de enlace ascendente (UCI), tal como solicitudes de programación, un indicador de calidad de canal (CQI), un indicador de matriz de precodificación (PMI), un indicador de clasificación (RI) y retroalimentación de ACK/NACK de HARQ. El PUSCH transporta datos y se puede usar adicionalmente para transportar un informe de estado de memoria intermedia (BSR), un informe de margen de potencia (PHR) y/o UCI.

[0031] La FIG. 3 es un diagrama de bloques de un eNB 310 en comunicación con un UE 350 en una red de acceso. En el DL, los paquetes IP del EPC 160 se pueden proporcionar a un controlador/procesador 375. El controlador/procesador 375 implementa una funcionalidad de capa 3 y de capa 2. La capa 3 incluye una capa de control de recursos de radio (RRC), y la capa 2 incluye una capa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP), una capa de control de enlace de radio (RLC) y una capa de control de acceso al medio (MAC). El controlador/procesador 375 proporciona funcionalidad de capa RRC asociada con la radiodifusión de información de sistema (por ejemplo, MIB, SIB), el control de conexión RRC (por ejemplo, la radiobúsqueda de conexión RRC, el establecimiento de conexión RRC, la modificación de conexión RRC y la liberación de conexión RRC), la movilidad de tecnología de acceso interruido (RAT) y la configuración de medición para informes de medición de UE; funcionalidad de capa PDCP asociada con la compresión/descompresión de cabeceras, la seguridad (el cifrado, el descifrado, la protección de integridad, la verificación de integridad) y las funciones de soporte de traspaso; funcionalidad de capa RLC asociada con la transferencia de unidades de datos en paquetes de capa superior (PDU), la corrección de errores a través de ARQ, la concatenación, la segmentación y el reensamblaje de unidades de datos de servicio (SDU) RLC, la resegmentación de PDU de datos RLC y el reordenamiento de PDU de datos RLC; y funcionalidad de capa MAC asociada con el mapeo entre canales lógicos y canales de transporte, la multiplexación de las MAC SDU en bloques de transporte (TB), la desmultiplexación de las MAC SDU de los TB, la comunicación de información de programación, la corrección de errores a través de HARQ, la gestión de prioridades y la priorización de canales lógicos.

[0032] El procesador de transmisión (TX) 316 y el procesador de recepción (RX) 370 implementan la funcionalidad de capa 1 asociada con diversas funciones de procesamiento de señales. La capa 1, que incluye una capa física (PHY), puede incluir detección de errores en los canales de transporte, codificación/descodificación con corrección de errores hacia adelante (FEC) de los canales de transporte, intercalado, igualación de velocidad, correlación en canales físicos, modulación/desmodulación de canales físicos y procesamiento de antenas MIMO. El procesador de TX 316 maneja la correlación a constelaciones de señal en base a diversos esquemas de modulación (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase M-aria (M-PSK), modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM)). A continuación, se pueden separar los símbolos codificados y modulados en flujos paralelos. A continuación, se correlaciona cada flujo a una subportadora OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, piloto) en el dominio de tiempo y/o de frecuencia, y a continuación se combinan entre sí usando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para producir un canal físico que transporta un flujo de símbolos OFDM en el dominio de tiempo. El flujo de OFDM se precodifica espacialmente para producir múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 374 se pueden usar para determinar el esquema de codificación y modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal se puede derivar de una señal de referencia y/o de retroalimentación de condición de canal transmitida por el UE 350. A

continuación, cada flujo espacial se puede proporcionar a una antena 320 diferente por medio de un transmisor 318TX separado. Cada transmisor TX 318 puede modular una portadora RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0033] En el UE 350, cada receptor 354RX recibe una señal a través de su antena 352 respectiva. Cada receptor 354RX recupera información modulada en una portadora RF y proporciona la información al procesador de recepción (RX) 356. El procesador de TX 368 y el procesador de RX 356 implementan una funcionalidad de capa 1 asociada con diversas funciones de procesamiento de señal. El procesador de RX 356 puede realizar un procesamiento espacial en la información para recuperar cualesquiera flujos espaciales destinados al UE 350. Si existen múltiples flujos espaciales destinados al UE 350, se pueden combinar por el procesador de RX 356 en un único flujo de símbolos OFDM. A continuación, el procesador de RX 356 convierte el flujo de símbolos OFDM del dominio de tiempo al dominio de frecuencia usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal de dominio de frecuencia comprende un flujo de símbolos OFDM separado para cada subportadora de la señal de OFDM. Los símbolos en cada subportadora y la señal de referencia se recuperan y se desmodulan determinando los puntos de constelación de señales con mayor probabilidad de ser transmitidos por el eNB 310. Estas decisiones flexibles se pueden basar en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 358. A continuación, las decisiones flexibles se descodifican y desentrelazan para recuperar los datos y las señales de control que el eNB 310 ha transmitido originalmente en el canal físico. A continuación, los datos y las señales de control se proporcionan al controlador/procesador 359, que implementa la funcionalidad de capa 3 y de capa 2.

[0034] El controlador/procesador 359 puede estar asociado a una memoria 360 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 360 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 359 proporciona desmultiplexación entre canales de transporte y lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabeceras y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes IP del EPC 160. El controlador/procesador 359 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir funcionamientos HARQ.

[0035] De forma similar a la funcionalidad descrita en relación con la transmisión DL por el eNB 310, el controlador/procesador 359 proporciona funcionalidad de capa RRC asociada con la adquisición de información de sistema (por ejemplo, MIB, SIB), las conexiones RRC y los informes de medición; funcionalidad de capa PDCP asociada con la compresión/descompresión de cabeceras y la seguridad (el cifrado, el descifrado, la protección de integridad, la verificación de integridad); funcionalidad de capa RLC asociada con la transferencia de PDU de capa superior, la corrección de errores a través de ARQ, la concatenación, la segmentación y reensamblaje de RLC SDU, la resegmentación de PDU de datos RLC y el reordenamiento de PDU de datos RLC; y funcionalidad de capa MAC asociada con el mapeo entre canales lógicos y canales de transporte, la multiplexación de MAC SDU en unos TB, la desmultiplexación de MAC SU de los TB, la comunicación de información de programación, la corrección de errores a través de HARQ, la gestión de prioridades y la priorización de canales lógicos.

[0036] El procesador de TX 368 puede usar estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 358 a partir de una señal de referencia o una retroalimentación, transmitidas por el eNB 310, para seleccionar los esquemas de codificación y modulación adecuados y facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 368 se pueden proporcionar a diferentes antenas 352 por medio de transmisores 354TX separados. Cada transmisor 354TX puede modular una portadora RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0037] La transmisión UL se procesa en el eNB 310 de manera similar a la descrita en relación con la función de receptor en el UE 350. Cada receptor 318RX recibe una señal a través de su respectiva antena 320. Cada receptor 318RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información a un procesador de RX 370.

[0038] El controlador/procesador 375 puede estar asociado a una memoria 376 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 376 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 375 proporciona desmultiplexación entre canales de transporte y lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabeceras, procesamiento de señales de control para recuperar paquetes IP del UE 350. Los paquetes IP del controlador/procesador 375 se pueden proporcionar al EPC 160. El controlador/procesador 375 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir funcionamientos HARQ.

[0039] Los UE de categoría 0 pueden incluir UE de MTC de bajo coste. Se puede implementar un UE de MTC con velocidades pico de transferencia de datos reducidas (por ejemplo, un máximo de 1000 bits para un tamaño de bloque de transporte). Además, un UE de MTC se puede limitar a admitir transmisiones de rango 1 y/o tener 1 antena receptora. Cuando un UE de MTC es semidúplex, el UE de MTC puede tener una temporización de conmutación relajada (conmutación de transmisión a recepción o de recepción a transmisión) en comparación con los UE heredados o no MTC de acuerdo con las normas LTE. Por ejemplo, un UE no MTC puede tener un tiempo de conmutación del orden de 20 microsegundos, mientras que un UE de MTC puede tener un tiempo de conmutación del orden de 1 milisegundo.

[0040] Los UE de MTC pueden monitorear los canales de control DL de la misma manera que los UE no MTC, por ejemplo, monitoreando señales de banda ancha, monitoreando tanto para PDCCH como para EPDCCH, etc. Se pueden admitir mejoras de MTC adicionales. Aunque los UE de MTC funcionan en una banda estrecha, los UE de MTC también pueden funcionar en un ancho de banda de sistema más amplio (por ejemplo, 1,4/5/3/10/15/20 MHz). Por ejemplo, los UE de MTC pueden trabajar en un ancho de banda de sistema de 1,4MHz y pueden usar 6 bloques de recursos (RB). Además, los UE de MTC pueden tener una cobertura mejorada de hasta 15 dB.

[0041] En eMTC con soporte de cobertura extendida, uno o más canales se pueden agrupar (por ejemplo, repetidos) en el dominio del tiempo. En particular, el M-PDCCH agrupado puede usar múltiples subtramas para la transmisión. Los recursos para un M-PDCCH se pueden asignar por un eNB de acuerdo con los requisitos para ePDCCH dentro de la banda estrecha en la que está funcionando un UE de MTC.

[0042] Un eNodeB puede configurar un M-PDCCH con un nivel de repetición. Por ejemplo, un M-PDCCH con un nivel de repetición 2 se puede repetir en 2 subtramas consecutivas. Un M-PDCCH con un nivel de repetición 4 se repite en 4 subtramas consecutivas. Los bits de las repeticiones pueden ser iguales. Sin embargo, se pueden usar diferentes secuencias de codificación para las repeticiones. El UE de MTC puede necesitar recibir cada una de las repeticiones, o la mayoría de las repeticiones, para descodificar de manera fiable el M-PDCCH. En consecuencia, un UE de MTC monitorea un M-PDCCH con nivel de repetición 2 cada 2 subtramas y monitorea un M-PDCCH con nivel de repetición 4 cada 4 subtramas. Un UE de MTC que monitorea candidatos M-PDCCH de niveles de repetición 2 y 4 se puede indicar como que tiene una configuración de $R=\{2, 4\}$.

[0043] Además, los canales de datos tales como MTC-PUSCH (M-PUSCH) y MTC-PDSCH (M-PDSCH) se pueden agrupar con longitud dinámica. Por ejemplo, un eNodeB puede indicar en el M-PDCCH que el M-PUSCH tiene un nivel de repetición 15 y que el M-PDSCH tiene un nivel de repetición 13. La agrupación de TTI estática se puede usar para PUSCH.

[0044] Puede que no todas las subtramas estén disponibles para recepción o transmisión en el UE de MTC. Por tanto, un eNB se puede configurar para señalar el patrón de subtramas disponibles en el enlace ascendente y el enlace descendente. Esto puede provocar que una subtrama de inicio para el monitoreo de M-PDCCH no se alinee con un delimitador de trama de radio. En ocasiones, una duración DRX ON se puede superponer solo parcialmente a subtramas M-PDCCH agrupadas, subtramas de referencia CSI o subtramas en una concesión SPS.

[0045] Como tal, existe la necesidad de técnicas mejoradas para los procedimientos SPS y DRX que puedan acomodar múltiples subtramas y que aborden dichas situaciones de superposición parcial.

MTC y DRX

[0046] En la región M-PDCCH de una subtrama de radio DL, pueden existir muchos lugares donde se localiza un M-PDCCH específico. Para obtener el M-PDCCH, un UE de MTC puede buscar todas las localizaciones posibles. La posible localización para un M-PDCCH difiere dependiendo de si el M-PDCCH es específico de UE o común, y también dependiendo del nivel de agregación usado. Toda la localización posible para un M-PDCCH se puede denominar como un espacio de búsqueda y cada una de la localización posible se puede denominar un candidato M-PDCCH. Adicionalmente, si el M-PDCCH está agrupado, el espacio de búsqueda puede comprender más de una subtrama.

[0047] Para reducir el consumo de energía de terminal, las normas LTE incluyen mecanismos para DRX. Para realizar DRX, el UE y la red pueden negociar períodos de ventana de activación durante los cuales el UE enciende el receptor para permitir la transferencia de datos con la red. Fuera de los períodos de ventana de activación, el UE puede apagar el receptor y entrar en un estado de energía baja o cero para conservar la vida útil de la batería. Con un ciclo DRX configurado, un UE de MTC solo puede monitorear la señalización de control de enlace descendente en subtramas de una duración DRX ON por ciclo DRX, estando en suspensión con los circuitos del receptor apagados (o en modo de consumo reducido) en las subtramas restantes. Los ciclos DRX que tienen el receptor apagado durante períodos más largos proporcionan un mayor ahorro de energía.

[0048] Las subtramas para un candidato M-PDCCH agrupado se pueden superponer solo parcialmente a una duración DRX ON o pueden quedar completamente fuera de la duración DRX ON

[0049] La FIG. 4 es un diagrama 400 que ilustra una configuración de una duración DRX ON y múltiples candidatos M-PDCCH para un UE de MTC. En este ejemplo, como se muestra, las subtramas 422, 424, 426, 428 son 4 subtramas consecutivas en el dominio del tiempo. Además, un UE de MTC se puede configurar con una duración DRX ON superponiendo a una o más subtramas en un ciclo DRX. En este ejemplo, una duración DRX ON 410 se superpone con 2 subtramas (por ejemplo, la subtrama 422 y la subtrama 424).

[0050] El candidato M-PDCCH A 402 con nivel de repetición 2 comprende la subtrama 422 y la subtrama 424 y, por lo tanto, está localizado completamente dentro de DRX ON 410.

[0051] El candidato M-PDCCH B 404 con nivel de repetición 2 comprende la subtrama 426 y la subtrama 428. El candidato M-PDCCH B 404 queda completamente fuera de DRX ON 410.

5 **[0052]** El candidato M-PDCCH C 406 con nivel de repetición 4 comprende las subtramas 422, 424, 426, 428. Por tanto, el candidato M-PDCCH C 406 está parcialmente dentro de DRX ON 410 (para las subtramas 422 y 424) y queda parcialmente fuera de DRX ON 410 (para las subtramas 426 y 428).

10 **[0053]** La FIG. 5 es un diagrama 500 que ilustra otra configuración de ejemplo de una duración DRX ON y múltiples candidatos M-PDCCH para un UE de MTC. En este ejemplo, como se muestra, las subtramas 522, 524, 526, 528 son 4 subtramas consecutivas en el dominio del tiempo. Además, en este ejemplo, una duración DRX ON 510 se superpone con 2 subtramas (por ejemplo, la subtrama 524 y la subtrama 526). A diferencia del ejemplo de la FIG. 4, el comienzo de la duración DRX ON 510 está desplazado con respecto a las subtramas de comienzo de los candidatos M-PDCCH.

15 **[0054]** El candidato M-PDCCH A 502 con nivel de repetición 2 comprende la subtrama 522 y la subtrama 524. El candidato M-PDCCH B 504 con nivel de repetición 2 comprende la subtrama 526 y la subtrama 528. El candidato M-PDCCH C 506 con nivel de repetición 4 comprende subtramas 522, 524, 526, 528.

20 **[0055]** En este ejemplo, el candidato M-PDCCH A 502 está parcialmente dentro de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 524) y está parcialmente fuera de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 522). El candidato M-PDCCH B 504 está parcialmente dentro de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 526) y está parcialmente fuera de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 528). El candidato M-PDCCH C 506 está parcialmente dentro de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 524 y la subtrama 526) y está parcialmente fuera de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 522 y la subtrama 528).

25 **[0056]** Por lo tanto, en la FIG. 5, ninguno de los candidatos M-PDCCH está totalmente dentro de la duración DRX ON. En cambio, cada uno de los candidatos M-PDCCH tiene al menos una subtrama fuera de la duración DRX ON 510.

30 **[0057]** La FIG. 6 ilustra otro ejemplo 600 que muestra las subtramas 622, 624, 636, 628, 630, 632, 634 y 636. La duración DRX ON 610 abarca las subtramas 624 y 626. La FIG. 6 ilustra múltiples candidatos M-PDCCH que tienen 2 repeticiones, es decir, candidato A 601, candidato B 602, candidato E 605 y candidato F 606. La FIG. 6 ilustra múltiples candidatos M-PDCCH que tienen 4 repeticiones, es decir, candidato C 603, candidato G 607. El candidato D 604 tiene una repetición de 8 subtramas.

35 **[0058]** Un UE de MTC se puede configurar de un número de maneras para abordar el desafío de la superposición parcial con candidatos M-PDCCH agrupados y duraciones DRX ON. Descodificar solo candidatos completamente dentro de DRX ON

40 **[0059]** En un primer ejemplo no cubierto por las reivindicaciones, un UE de MTC se puede configurar para descodificar solo un candidato M-PDCCH que está completamente contenido en la duración DRX ON. En consecuencia, para el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH A 402, porque el conjunto de subtrama que transporta el candidato M-PDCCH A 402 (por ejemplo, la subtrama 422 y la subtrama 424) está completamente dentro de la duración DRX ON 410. El UE de MTC se puede abstener de descodificar el candidato M-PDCCH B 404 y el candidato M-PDCCH C 406, porque los conjuntos de subtrama que transportan estos candidatos M-PDCCH B 704 se extienden fuera de la duración DRX ON 410. Para el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, el UE de MTC no descodificaría ninguno de los candidatos M-PDCCH 502, 504, 506, porque estos candidatos M-PDCCH comprenden cada uno al menos una subtrama fuera de la duración DRX ON 510. En la FIG. 6, el UE no descodificaría ninguno de los candidatos M-PDCCH, porque ninguno queda completamente dentro de DRX ON 610.

45 Descodificar candidatos parcialmente dentro de DRX ON

50 **[0060]** En un segundo ejemplo no cubierto por las reivindicaciones, un UE de MTC se puede configurar para descodificar candidatos M-PDCCH que tienen subtramas que están al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON.

55 **[0061]** El UE de MTC se puede configurar para descodificar solo un candidato M-PDCCH que se inicia dentro de la duración DRX ON 410 y está al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON 410. En consecuencia, para el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH A 402 y el candidato M-PDCCH C 406. Los conjuntos de subtrama que transportan el candidato M-PDCCH A 402 y el candidato M-PDCCH C 406 se inician ambos dentro de la duración DRX ON 410 (por ejemplo, en la subtrama 422). El UE de MTC se puede abstener de descodificar el candidato M-PDCCH B 404, porque el conjunto de subtrama que transporta el candidato M-PDCCH B 404 no se inicia dentro de la duración DRX ON y no se superpone parcialmente

a la duración DRX ON 410. Para el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH B 504. El conjunto de subtrama que transporta el candidato M-PDCCH B 504 se inicia dentro de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 526) y está parcialmente dentro de la duración DRX ON 510. El UE de MTC se puede abstener de descodificar el candidato M-PDCCH A 502 y el candidato M-PDCCH C 506, porque los conjuntos de subtrama que transportan el candidato M-PDCCH A 502 y el candidato M-PDCCH C 506 se inician cada uno fuera de la duración DRX ON 510. En la FIG. 6, el UE solo descodificaría el candidato B 602, que comienza dentro de DRX ON 610.

[0062] En cambio, el UE de MTC se puede configurar para descodificar solo candidatos M-PDCCH que finalicen dentro de la duración DRX ON y que estén al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON. En consecuencia, para el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH A 402, porque el conjunto de subtrama que transporta el candidato M-PDCCH A 402 finaliza dentro de la duración DRX ON 410 (por ejemplo, en la subtrama 424). El UE de MTC se puede abstener de descodificar el candidato M-PDCCH B 404 y el candidato M-PDCCH C 406, porque los conjuntos de subtrama que transportan estos candidatos M-PDCCH C finalizan cada uno fuera de la duración DRX ON 410. Para el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH A 502, ya que el conjunto de subtrama que transporta el candidato M-PDCCH A 502 finaliza dentro de la duración DRX ON 510 (por ejemplo, en la subtrama 524). El UE de MTC se puede abstener de descodificar el candidato M-PDCCH B 504 y el candidato M-PDCCH C 506, ya que los conjuntos de subtrama que transportan estos candidatos M-PDCCH B 804 finalizan fuera de la duración DRX ON 510. En la FIG. 6, el UE descodificaría solo el candidato A 601, que finaliza durante DRX ON 610.

[0063] En cambio, el UE de MTC se puede configurar para descodificar cualquier candidato M-PDCCH que esté al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON. En consecuencia, para el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH A 402 y el candidato M-PDCCH C 406. Los conjuntos de subtrama que transportan el candidato M-PDCCH A 402 y el candidato M-PDCCH C 406 están ambos al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON 410. El UE de MTC se puede abstener de descodificar el candidato M-PDCCH B 404, porque el conjunto de subtrama que transporta el candidato M-PDCCH B 404 no está al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON 410 original. Para el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, el UE de MTC puede descodificar cada uno de los candidatos M-PDCCH A 502, el candidato M-PDCCH B 504 y el candidato M-PDCCH C 506, ya que estos candidatos M-PDCCH comprenden cada uno al menos una subtrama dentro de DRX ON 510. En la FIG. 6, el UE puede descodificar cada uno de candidato A 601, candidato B 602, candidato C 603 y candidato D 604.

[0064] El UE de MTC se puede configurar para seleccionar entre múltiples candidatos que se superponen al menos parcialmente con la duración DRX ON. Por ejemplo, si el conjunto de subtrama respectivo que transporta cada uno de los múltiples candidatos M-PDCCH tiene la misma longitud y está al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON, se puede configurar un UE de MTC para seleccionar uno o más de múltiples candidatos M-PDCCH a descodificar en base a una regla. La regla puede provocar que el UE seleccione un primer candidato M-PDCCH, o puede provocar que el UE seleccione un candidato M-PDCCH que tenga una mayor cantidad de superposición con la duración DRX ON. Por ejemplo, en la FIG. 6, el UE puede seleccionar uno de candidato A 601, candidato B 602, candidato C 603 y candidato D 604.

Extender la duración DRX ON

[0065] En un tercer ejemplo no cubierto por las reivindicaciones, un UE de MTC se puede configurar para extender el inicio o el final de la duración DRX ON para descodificar un candidato M-PDCCH que transporta un conjunto de subtrama que está al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON original. Además, cualesquiera candidatos M-PDCCH que también se transporten por los conjuntos de subtrama dentro de la duración DRX ON extendida también se pueden descodificar por el UE de MTC.

[0066] En consecuencia, para el ejemplo ilustrado en la FIG. 4, el UE de MTC puede descodificar el candidato M-PDCCH A 402 y el candidato M-PDCCH C 406. El candidato M-PDCCH C 406 tiene subtramas 422 y 424 que quedan dentro de DRX ON 410. Por lo tanto, el UE puede determinar extender DRX ON 410 a la longitud DRX ON 410-2C extendida que incluye las subtramas 426 y 428 de modo que cada una de las subtramas del candidato M-PDCCH C 406 esté contenida dentro de la duración DRX ON 410-2C extendida. La FIG. 6 ilustra que DRX ON 610 se puede extender a una DRX ON 601-A extendida, para incluir todas las subtramas de candidato D 604, que tenían las subtramas 624, 626 dentro de la DRX ON 610 original.

[0067] El UE de MTC puede determinar que las subtramas 422, 424, 426, 428 dentro de la duración DRX ON 410 también transportan todas las subtramas del candidato M-PDCCH B 404. En consecuencia, el UE de MTC también puede descodificar el candidato M-PDCCH B 404.

[0068] Para el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, el UE de MTC se superpone parcialmente a cada uno de los candidatos M-PDCCH 502, 504, 506. Por lo tanto, el UE de MTC puede tener su DRX ON extendida para incluir cada una de las subtramas 522, 524, 526 y 528 y puede descodificar cada uno de los candidatos M-PDCCH 502, 504, 506. El final de la duración DRX ON se puede extender, como en DRX ON 510-2A. El comienzo de la duración

DRX ON se puede extender, como en DRX ON 510-2B extendida. El comienzo y el final de la duración DRX ON se pueden extender, como en 510-2C.

Temporizador de inactividad

[0069] Pueden surgir problemas similares con respecto a un temporizador de inactividad. Si un UE descodifica un PDCCH en una subtrama determinada, típicamente el UE puede pasar a DRX después de un número definido, por ejemplo, M, de subtramas sin descodificación M-PDCCH. Esto se llama temporizador de inactividad, y las M subtramas se consideran inactivas. En la LTE heredada, los PDCCH/ePDCCH no están agrupados, y M se puede contar en términos de subtramas de control válidas, es decir, subtramas en las que el UE puede monitorear PDCCH. Este valor puede ser tan pequeño como 1. Sin embargo, en eMTC, el canal de control puede usar un número de repeticiones en un número de subtramas. El número de repeticiones puede ser variable, por ejemplo, el UE puede necesitar monitorear R= 2, 4, 8 repeticiones. Por lo tanto, cuando un UE recibe un canal de control agrupado parcial, el UE necesita determinar si considerar la recepción parcial del M-PDCCH como una subtrama inactiva. Si el UE no considera que la recepción parcial del M-PDCCH sea una subtrama inactiva, el UE debe comenzar a contar hacia M subtramas inactivas antes de pasar a DRX.

[0070] Por lo tanto, en lugar de determinar si descodificar un M-PDCCH en los ejemplos anteriores, el UE puede determinar si considerar que el M-PDCCH ha sido recibido y restablecer el temporizador de inactividad.

Alinear DRX ON con monitoreo de M-PDCCH

[0071] Como se describe anteriormente, el ciclo DRX ON podría no estar alineado con las subtramas de inicio para M-PDCCH, porque las subtramas M-PDCCH se definen por separado de DRX. El UE puede abordar esta diferencia de alineación de manera que se reduzcan las subtramas M-PDCCH parcialmente superpuestas. El UE de MTC se puede configurar para iniciar una duración DRX ON en una subtrama de inicio MPDCCH (es decir, la subtrama inicial para el monitoreo de M-PDCCH).

[0072] Más específicamente, para un UE de MTC sin DRX configurada, la subtrama de inicio MPDCCH sigue un patrón de una subtrama de referencia dada. Por ejemplo, el patrón se puede determinar en base a los niveles de repetición de los candidatos M-PDCCH que son monitoreados por el UE de MTC. En un ejemplo, el UE de MTC monitorea los candidatos M-PDCCH con niveles de repetición 2, 4 y 8. El UE de MTC puede determinar el patrón en base al nivel de repetición más grande. Por tanto, el UE de MTC puede iniciar el proceso de monitoreo de M-PDCCH cada octava subtrama iniciando desde una subtrama particular (por ejemplo, trama 0, subtrama 0)

[0073] Para los UE de MTC con DRX, la subtrama de inicio M-PDCCH sigue un patrón de una subtrama de referencia dada, donde la subtrama de referencia puede ser la subtrama de inicio de la duración DRX ON. Si la subtrama de inicio de la duración DRX ON no es válida, el UE de MTC ajustará la subtrama de inicio de la duración DRX ON a la siguiente o previamente válida.

[0074] La FIG. 7 es un diagrama 700 que ilustra una configuración de una duración DRX ON y subtramas de inicio M-PDCCH para un UE de MTC. En este ejemplo, un UE de MTC sin DRX configurada y que monitorea M-PDCCH con niveles de repetición 2, 4 y 8 puede iniciar el primer, segundo y tercer procesos de monitoreo de M-PDCCH en la subtrama 0, subtrama 8 y subtrama 16, respectivamente. Un UE de MTC con DRX configurada y que monitorea M-PDCCH con niveles de repetición 2, 4 y 8 puede iniciar el primer, segundo y tercer procesos de monitoreo de M-PDCCH en la subtrama 5, subtrama 13 y subtrama 21, respectivamente. En este ejemplo, la subtrama 5 también es el inicio de una duración DRX ON del UE de MTC.

Parámetros DRX como una función de parámetros M-PDCCH

[0075] En la presente invención, un UE de MTC está configurado para determinar los parámetros de configuración DRX en base a configuraciones M-PDCCH. Por ejemplo, los parámetros DRX tales como la duración DRX ON u otros aspectos de un ciclo DRX se pueden definir como una función de un conjunto de subtrama de referencia, que se usa para transportar un candidato M-PDCCH con un nivel de repetición seleccionado. Por ejemplo, cuando el UE de MTC monitorea candidatos M-PDCCH con niveles de repetición de 2, 4 y 8, el UE de MTC puede seleccionar el conjunto de subtrama usado para transportar un candidato M-PDCCH con nivel de repetición 8 (es decir, el nivel de repetición más grande en este ejemplo) incluyendo 8 subtramas como el conjunto de subtrama de referencia. La duración DRX ON se puede configurar como un primer número entero de subtramas de monitoreo de M-PDCCH de inicio.

[0076] En otro ejemplo, la duración DRX ON se puede configurar con un primer número de subtramas y el ciclo DRX se puede configurar con un segundo número de subtramas. Sin embargo, el UE de MTC puede ajustar además la duración DRX ON para iniciarse al comienzo de un conjunto de subtrama de referencia que esté antes, después o más cerca del inicio original de la duración DRX ON.

[0077] La FIG. 8 es un diagrama 800 que ilustra otra configuración de una duración DRX ON y subtramas de

inicio M-PDCCH para un UE de MTC. En este ejemplo, como se muestra, un UE de MTC que cumple con la opción A se puede configurar con una duración DRX ON de 1 conjunto de subtrama de referencia y un ciclo DRX de 3 conjuntos de subtrama de referencia (es decir, una duración DRX OFF de 2 conjuntos de subtrama de referencia). En este ejemplo, como se describe anteriormente, un conjunto de subtrama de referencia incluye 8 subtramas y se inicia en la subtrama 0. En consecuencia, la duración DRX ON se inicia en la subtrama 0 y finaliza en la subtrama 7. La duración DRX OFF se inicia en la subtrama 8 y finaliza en la subtrama 23. Posteriormente, la duración DRX ON se inicia nuevamente en la subtrama 24 para 8 subtramas.

[0078] En este ejemplo, un UE de MTC que cumple con la opción B se puede configurar con una duración DRX ON de 8 subtramas y un ciclo DRX de 20 subtramas. Como se describe anteriormente, un conjunto de subtrama de referencia incluye 8 subtramas y se inicia en la subtrama 0. La duración DRX ON se inicia en la subtrama 0 y finaliza en la subtrama 7. De acuerdo con la configuración DRX, la siguiente duración DRX ON se debe iniciar en la subtrama 20. El UE de MTC en este ejemplo determina que la subtrama 20 está dentro de un conjunto de subtrama de referencia que se inicia en la subtrama 16 y finaliza en la subtrama 23. El UE de MTC puede determinar iniciar la duración DRX ON al inicio del conjunto de subtrama de referencia actual (por ejemplo, en la subtrama 16). El UE de MTC puede determinar iniciar la duración DRX ON al inicio del siguiente conjunto de subtrama de referencia (por ejemplo, en la subtrama 24). Además, el UE de MTC puede determinar iniciar la duración DRX ON al inicio de un conjunto de subtrama de referencia, donde el inicio es el más cercano al inicio configurado originalmente (por ejemplo, la subtrama 20). En este ejemplo, el inicio del conjunto de subtrama actual (es decir, la subtrama 16) y el inicio del siguiente conjunto de subtrama (es decir, la subtrama 24) tienen la misma distancia al inicio configurado originalmente (por ejemplo, la subtrama 20). El UE de MTC puede seleccionar el inicio de la duración DRX ON en base a una regla. Por ejemplo, el UE de MTC puede seleccionar el inicio anterior (es decir, la subtrama 16) o puede implementar una regla alternativa (y seleccionar el inicio posterior (es decir, la subtrama 24)).

[0079] En otro ejemplo, se puede usar un parámetro M-PDCCH para determinar una duración DRX ON. Un UE de MTC se puede configurar con un temporizador de duración DRX ON que usa un número de subtrama PDCCH (PSF) para determinar la duración DRX ON. El número de PSF indica el número de conjunto de subtrama de referencia descrito anteriormente durante el cual un UE debe estar activado y monitorear PDCCH/ePDCCH. Un UE de MTC puede determinar una duración DRX ON para la cual monitorea M-PDCCH como una función de un nivel de repetición de candidatos M-PDCCH.

[0080] Por ejemplo, el conjunto de subtrama de referencia se puede determinar en base al nivel de repetición más pequeño, el nivel de repetición más grande o todos los niveles de repetición de los candidatos M-PDCCH que se monitorean por el UE de MTC. En este ejemplo, cuando el UE de MTC monitorea candidatos M-PDCCH con niveles de repetición 2, 4 y 8 y el conjunto de subtrama de referencia se basa en el nivel de repetición más grande. El UE de MTC se puede configurar con PSF 3. Por lo tanto, el UE de MTC puede determinar una duración DRX ON como

$$\text{DRX ON} = \text{nivel de repetición máximo para M-PDCCH} * \text{PSF}$$

[0081] En este ejemplo, DRX ON provoca que el UE de MTC monitoree M-PDCCH durante 24 subtramas válidas (es decir, 3 por 8 subtramas) después de que se inicie la duración DRX ON, lo que permite que el UE de MTC descodifique 3 candidatos M-PDCCH del nivel de repetición más grande.

[0082] En otro ejemplo, el temporizador de duración DRX ON se puede configurar con PSF X. El UE de MTC puede interpretar que el PSF X ordena al UE de MTC que al menos descodifique X número de candidatos M-PDCCH. Por ejemplo, si el UE de MTC monitorea los candidatos M-PDCCH con niveles de repetición 2 y 4, el temporizador de duración DRX ON configurado con PSF 2 le ordena al UE de MTC que descodifique al menos 2 candidatos M-PDCCH (uno con nivel de repetición 2 y otro con nivel de repetición 4 en este ejemplo). Como tal, el UE de MTC permanece activado y descodifica 4 subtramas.

[0083] Un UE de MTC se puede configurar para pasar al modo DRX OFF (suspensión) antes si el UE de MTC no espera una concesión en la duración DRX ON restante. En referencia de nuevo a la FIG. 5, el UE de MTC monitorea el candidato M-PDCCH A 502, el candidato M-PDCCH B 404 y el candidato M-PDCCH C 506. Este UE de MTC puede realizar una detección temprana del candidato M-PDCCH C 506 en la subtrama 524. El UE de MTC puede decidir pasar al modo DRX OFF después de descodificar con éxito el candidato M-PDCCH C 506, ya que el UE de MTC puede determinar que el candidato M-PDCCH B 504 no existe porque el candidato M-PDCCH B 504 se superpone completamente con el candidato M-PDCCH C 506.

Mediciones CSI para MTC con DRX

[0084] Cuando un UE de MTC está en modo de cobertura mejorada, el UE de MTC puede medir símbolos de referencia en un grupo de subtramas de referencia (por ejemplo, 4, 6 u 8 subtramas) para determinar la retroalimentación de CSI. En situaciones de baja SNR y banda estrecha, una subtrama puede no ser suficiente para proporcionar mediciones CSI precisas. Sin embargo, puede ser posible que se solicite un UE de MTC para

proporcionar retroalimentación de CSI en una subtrama (por ejemplo, subtrama N) y que una o más subtramas del grupo de subtramas de referencia correspondientes (por ejemplo, subtramas (N-7) a (N-4)) que se van a medir se localicen en la duración DRX OFF.

[0085] La FIG. 9 es un diagrama 900 que ilustra configuraciones de un ciclo DRX y subtramas de referencia CSI para un UE de MTC. En este ejemplo, un UE de MTC está configurado con una duración DRX ON 910, una duración DRX OFF 912 y una duración DRX ON 914 que son consecutivas. Además, para transmitir retroalimentación de CSI en una subtrama particular, el grupo de subtramas de referencia correspondientes incluye las subtramas 942, 944, 946, 948. Además, la subtrama 942 y la subtrama 944 están en la duración DRX OFF 912. La subtrama 946 y la subtrama 948 están en la duración DRX ON 914.

[0086] En un primer ejemplo, cuando algunas subtramas del grupo de subtramas de referencia correspondientes están fuera de la duración DRX ON, el UE de MTC se puede activar antes para medir cada subtrama del grupo de subtramas de referencia correspondientes para determinar la retroalimentación de CSI. En la FIG. 9, el UE de MTC puede extender la duración DRX ON 914 para incluir la subtrama 942 y la subtrama 944. En consecuencia, el UE de MTC puede medir las subtramas 942, 944, 946, 948 para generar la retroalimentación de CSI.

[0087] En un segundo ejemplo, cuando algunas subtramas del grupo de subtramas de referencia correspondientes están fuera de la duración DRX ON y la duración DRX OFF no supera un umbral (por ejemplo, 4 subtramas, 8 subtramas), el UE de MTC puede sustituir las subtramas de referencia correspondientes en la duración DRX OFF con el mismo número de subtramas en la duración DRX ON previa. En la FIG. 9, el UE de MTC puede determinar que la duración DRX OFF 912 no excede el umbral. En consecuencia, el UE de MTC puede seleccionar la subtrama 936 y la subtrama 938 para reemplazar la subtrama 942 y la subtrama 944, que están en la duración DRX OFF 912. Por ejemplo, la subtrama 936 y la subtrama 938 pueden ser las dos últimas subtramas en la duración DRX ON 910. En consecuencia, el UE de MTC puede medir la subtrama 936, la subtrama 938, la subtrama 946 y la subtrama 948 para generar la retroalimentación de CSI.

[0088] En un tercer ejemplo, cuando el grupo de subtramas de referencia correspondientes se superpone parcialmente con la duración DRX ON, el UE puede medir las subtramas del grupo de subtramas de referencia correspondientes que están dentro de la duración DRX ON para generar retroalimentación de CSI. En la FIG. 9, el UE de MTC puede medir la subtrama 946 y la subtrama 948, que están en la duración DRX ON 914, para generar la retroalimentación de CSI.

[0089] En un cuarto ejemplo, cuando el grupo de subtramas de referencia correspondientes se superpone parcialmente con la duración DRX ON, el UE de MTC se puede abstener de medir las subtramas de referencia para generar retroalimentación de CSI. Adicionalmente, el UE de MTC se puede abstener de transmitir retroalimentación de CSI o puede transmitir un valor de CSI predeterminado o previo. En este ejemplo, cuando el grupo de subtramas de referencia correspondientes se superponen parcialmente con la duración DRX ON, el UE de MTC determina un porcentaje de las subtramas del grupo que están en la duración DRX OFF. Además, si el porcentaje excede un umbral, el UE de MTC puede decidir no medir las subtramas de referencia para generar retroalimentación de CSI. Por ejemplo, si el grupo de subtramas de referencia correspondientes incluye 4 subtramas, el UE de MTC mide las subtramas en la duración DRX ON cuando existen 2 o más subtramas del grupo en la duración DRX ON.

[0090] Un UE de MTC puede determinar el número de subtrama descrito anteriormente en base al número de subtrama absoluto o al número de subtrama válido. Además, el UE de MTC puede usar diversas combinaciones de número de subtrama absoluto y número de subtrama válido para determinar diversos números de subtrama. Por ejemplo, el UE de MTC puede usar el número de subtrama absoluto para determinar la subtrama de inicio de una duración DRX ON y puede usar el número de subtrama válido para determinar la duración DRX ON (el temporizador de duración DRX ON).

SPS para MTC con DRX

[0091] En otro ejemplo no cubierto por las reivindicaciones, un eNB puede usar SPS para programar la transmisión DL o UL con un UE de MTC. Un eNB típicamente transmite una configuración RRC con SPS. El UE recibe la concesión de activación de SPS y a continuación transmite o recibe de acuerdo con la concesión hasta que se reciba una concesión de desactivación de SPS o se transmita un número máximo de paquetes vacíos. La SPS se puede configurar con diferentes periodicidades. Como se describió anteriormente, el UE de MTC puede ser semidúplex y puede funcionar en una banda estrecha. En consecuencia, en determinadas circunstancias, después de activar SPS, es posible que el UE de MTC no pueda monitorear continuamente M-PDCCH para detectar mensajes de desactivación de SPS u otros tipos de señalización.

[0092] Por ejemplo, el UE de MTC se puede configurar con un tamaño de paquete M-PUSCH de 20 subtramas y un tamaño de paquete M-PDCCH también de 20 subtramas. Los parámetros UL SPS pueden configurar una periodicidad de transmisión M-PUSCH de 30 subtramas. Es decir, el UE de MTC transmite M-PUSCH cada 30 subtramas (por ejemplo, iniciando en la subtrama 0, la subtrama 30, la subtrama 60, ...). Como tal, el intervalo

entre dos transmissions M-PUSCH consecutives es de 10 subtramas (por ejemplo, subtramas 20-29). El UE de MTC puede usar el intervalo para descodificar M-PDCCH. En este ejemplo, el tamaño del paquete M-PDCCH es de 20 subtramas, y el intervalo entre las transmissions M-PUSCH no proporciona tiempo suficiente para que el UE de MTC descodifique un tamaño de paquete M-PDCCH de 20 subtramas. Por lo tanto, es posible que el UE de MTC no pueda recibir el mensaje de desactivación de SPS transmitido en el M-PDCCH. Este problema también se puede producir con UL SPS o DL/UL SPS.

[0093] Para abordar estos problemas, se puede implementar un programador eNB para seleccionar parámetros SPS que proporcionen un período de tiempo suficiente para descodificar un paquete M-PDCCH entre dos transmissions SPS. Los parámetros SPS para UL (o DL) tales como la periodicidad de SPS y el tamaño del paquete de transmisión se pueden determinar en base al tamaño de paquete deseado, el tamaño de paquete para M-PDCCH, las subtramas de inicio M-PDCCH y los parámetros SPS para DL (o UL).

[0094] En otro ejemplo, un UE de MTC puede interpretar los parámetros SPS (por ejemplo, periodicidad) recibidos desde el eNodeB como una función del tamaño de paquete de uno o más canales. Por ejemplo, cuando los parámetros SPS indican una periodicidad M-PUSCH de 10 subtramas y un tamaño de paquete M-PUSCH de 1 subtrama, el UE de MTC puede determinar que la periodicidad M-PUSCH que se va a usar es de 10 subtramas (es decir, 10 por 1). Cuando los parámetros SPS indican una periodicidad M-PUSCH de 10 subtramas y un tamaño de paquete M-PUSCH de 4 subtramas, el UE de MTC puede determinar que la periodicidad M-PUSCH que se va a usar es de 40 subtramas (es decir, 10 por 4). Como tal, el intervalo entre dos transmissions SPS puede proporcionar un período de tiempo suficiente para que el UE de MTC descodifique M-PDCCH.

[0095] Además, el UE de MTC no puede monitorear M-PDCCH mientras transmite una SPS M-PUSCH o recibe un M-PDSCH.

Subtramas inválidas

[0096] En aún otro ejemplo no cubierto por las reivindicaciones, cuando el UE de MTC está usando SPS, la subtrama para la cual el UE de MTC recibe una concesión SPS puede no estar disponible para la transmisión UL/DL.

[0097] Para abordar este problema, el UE de MTC puede posponer la transmisión programada para las subtramas no disponibles. Por ejemplo, una transmisión agrupada entre el UE de MTC y al eNB se le puede asignar las subtramas 0, 1 y 2. En este ejemplo, debido a la transmisión SPS, la subtrama 1 puede no estar disponible. El UE puede posponer la transmisión asignada para las subtramas 1 y 2 a las subtramas 2 y 3. Es decir, en lugar de transmitir en las subtramas 0, 1 y 2, el transmisor transmite el paquete en las subtramas 0, 2 y 3.

[0098] En otro ejemplo, el UE de MTC puede descartar la transmisión que tiene asignada una subtrama que no está disponible. Por ejemplo, una transmisión agrupada entre el UE de MTC y al eNB se le puede asignar las subtramas 0, 1 y 2. Debido a la transmisión SPS, la subtrama 1 no está disponible. En consecuencia, el UE puede descartar la transmisión asignada para la subtrama 1. Es decir, el UE de MTC transmite en las subtramas 0 y 2, pero no en la subtrama 1. Además, el UE de MTC puede reducir dinámicamente el nivel de repetición en base a las subtramas descartadas. Por ejemplo, si el nivel de repetición es 8, y el UE de MTC descarta 2 tramas, el UE de MTC ahora asume una repetición de 6.

[0099] En otro ejemplo, el UE de MTC puede descartar la transmisión completa cuando una subtrama asignada para la transmisión no está disponible. Por ejemplo, una transmisión agrupada entre el UE de MTC y al eNB se le puede asignar las subtramas 0, 1 y 2. Debido a la transmisión SPS, la subtrama 1 no está disponible. El UE de MTC puede, en consecuencia, descartar la transmisión completa. Es decir, el UE de MTC no transmite en ninguna de las subtramas 0, 1 o 2.

[0100] El UE de MTC puede seleccionar de entre estas diferentes opciones. Por ejemplo, el UE de MTC puede determinar descartar la transmisión completa cuando la subtrama inicial (primera) asignada para la transmisión no está disponible. Si una subtrama posterior asignada para la transmisión no está disponible, el UE de MTC puede posponer las transmissions asignadas para la subtrama no disponible y las subtramas subsiguientes. De forma alternativa, el UE de MTC puede descartar la transmisión asignada para la subtrama no disponible. Por ejemplo, a una transmisión agrupada entre el UE de MTC y el eNodeB se le puede asignar las subtramas 0, 1 y 2. Si la subtrama 1 no está disponible, el UE de MTC puede descartar la transmisión en la subtrama 1. Si la subtrama 0 no está disponible, el UE de MTC puede descartar la transmisión completa.

[0101] En otro ejemplo, con respecto a la transmisión no agrupada o transmisión de paquete pequeño (por ejemplo, menos de 3 o 5 subtramas), la MTC puede seleccionar uno de estos ejemplos. El UE de MTC puede seleccionar un ejemplo diferente para la transmisión de paquetes grandes (por ejemplo, más de 4 subtramas).

Determinación de ID de HARQ

[0102] Para UL HARQ, la ID de proceso HARQ asignada a un M-PUSCH particular se puede determinar en base a una ocasión (transmisión) de M-PDCCH que programa el M-PUSCH particular. Por ejemplo, cuando un UE de MTC tiene 2 procesos HARQ (proceso HARQ 0 y proceso HARQ 1), una de cada dos ocasiones M-PDCCH se asocia con el proceso HARQ 0 o el proceso HARQ 1. Si la ocasión M-PDCCH ocurre cada 10 subtramas iniciando en la subtrama 0, el M-PUSCH concedido por M-PDCCH en las subtramas 0-9 y las subtramas 20-29 usa el proceso HARQ 0. El M-PUSCH concedido por M-PDCCH en las subtramas 10-19 y subtramas 30-39 utiliza el proceso HARQ 1.

[0103] Además, después de que el UE de MTC se configure con M-PUSCH SPS, el UE de MTC no recibe M-PDCCH durante el período SPS. El UE de MTC puede determinar una ocasión (transmisión) de M-PDCCH virtual que podría haber programado un M-PUSCH. Para un M-PUSCH que se inicia en la subtrama N, se puede determinar que la ocasión M-PDCCH virtual correspondiente se inicie en la subtrama N-k, donde k es el tiempo de programación (por ejemplo, 4 subtramas). Posteriormente, el UE puede usar la ocasión M-PDCCH virtual para determinar la ID de proceso HARQ asignada a un M-PUSCH particular como se describe anteriormente. Además, en un ejemplo, el UE de MTC puede contar solo subtramas válidas. En otro ejemplo, el UE de MTC puede contar todas las subtramas.

[0104] De forma alternativa, las técnicas anteriores se pueden modificar de modo que la ID del proceso HARQ para un M-PUSCH particular se determine en base al punto de inicio o final del M-PUSCH.

[0105] La FIG. 10 es un diagrama de flujo 1000 de un procedimiento de comunicación inalámbrica no cubierto por las reivindicaciones. El procedimiento se puede realizar por un UE (por ejemplo, el UE 104, el aparato 1702/1702'). En 1002, el UE determina una duración DRX ON. Por ejemplo, la duración DRX ON se puede determinar en base a la comunicación entre el UE y un eNB con respecto a las ventanas de activación durante las cuales el UE encenderá el receptor para monitorear un canal de control y permitir la transferencia de datos con la red.

[0106] En 1004, el UE determina un conjunto de subtramas que transportan un primer candidato M-PDCCH agrupado, incluyendo el conjunto de subtramas una pluralidad de subtramas. En eMTC, por ejemplo, los canales se pueden agrupar para incluir múltiples repeticiones en el dominio del tiempo. Por ejemplo, un M-PDCCH puede tener un nivel de repetición de 2, que se repite en 2 subtramas consecutivas, un nivel de repetición de 4 que se repite en 4 subtramas consecutivas, etc. Por ejemplo, cualquiera de los candidatos M-PDCCH A-G en las FIGS. 4-6 son ejemplos de un primer candidato M-PDCCH para el cual el conjunto de subtramas se puede determinar por el UE.

[0107] En 1006, el UE determina que la duración DRX ON se superpone al menos parcialmente con el conjunto de subtramas. Las FIGS. 4-6 ilustran ejemplos de candidatos M-PDCCH agrupados que se superponen al menos parcialmente con una duración DRX ON. Por ejemplo, en la FIG. 4, el UE determinaría que la duración DRX ON 410 se superpone con el candidato A 402 completo y se superpone parcialmente con el candidato C 406. Las FIGS. 5 y 6 ilustran otros ejemplos de superposición potencial entre la duración DRX ON y los candidatos M-PDCCH que se podrían determinar por un UE.

[0108] El UE puede realizar cualquiera de un número de acciones para abordar la superposición parcial potencial de M-PDCCH. El UE se puede abstener de decodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1008. Esto se puede producir, por ejemplo, cuando el UE determina que al menos una parte de las subtramas del candidato M-PDCCH están fuera de la duración DRX ON.

[0109] Como otra opción, el UE puede decodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1010. El UE puede decodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado, por ejemplo, cuando el candidato M-PDCCH está completamente dentro de la duración DRX ON o cuando el primer candidato M-PDCCH está al menos parcialmente dentro de la duración DRX ON. La determinación con respecto a si decodificar o abstenerse de decodificar el primer candidato M-PDCCH se puede basar en determinaciones adicionales por el UE, por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 11 y/o 12.

[0110] Como tercera opción, el UE puede extender la duración DRX ON en 1012 para incluir el conjunto de subtramas por completo y a continuación decodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado transportado en el conjunto de subtramas en la duración DRX ON extendida en 1014.

[0111] La FIG. 11 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo 1100 de ejemplos adicionales opcionales, no cubiertos por las reivindicaciones, que se pueden realizar como parte del procedimiento del diagrama de flujo 1000. El UE determina la duración DRX ON en 1002 y el conjunto de subtramas que transportan el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1004, como en la FIG. 10. Una vez que el UE determina que la duración DRX ON se superpone al menos parcialmente con el conjunto de subtramas en 1006, el UE puede determinar si la pluralidad de subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado está completamente dentro de la duración DRX ON en 1102, por ejemplo, determinando si alguna subtrama del candidato M-PDCCH agrupado está fuera de la duración DRX ON. El UE puede decodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado, como se ilustra en 1010 en las FIGS. 10 y 11,

si toda la pluralidad de subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado está dentro de la duración DRX ON. Sobre esta base, el UE puede determinar, por ejemplo, descodificar el candidato A en la FIG. 4 que está completamente dentro de la duración DRX ON 410.

[0112] Si al menos una subtrama de la pluralidad de subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado está fuera de la duración DRX ON, el UE se puede abstener de descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1008, como se ilustra en las FIGS. 10 y 11. Por tanto, el UE se puede abstener de descodificar el candidato C en la FIG. 4, que solo se superpone parcialmente a la duración DRX ON 410. El UE también se puede abstener de descodificar el candidato B en la FIG. 4, que está completamente fuera de la duración DRX ON 410. La determinación en 1102 se puede hacer sin extender la duración DRX ON.

[0113] A veces, puede existir una pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados. El UE puede determinar en 1104 monitorear uno de una pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados. Por ejemplo, el UE puede determinar un conjunto de subtramas que transportan un segundo candidato M-PDCCH agrupado además del conjunto de subtramas que transportan el primer candidato M-PDCCH agrupado. Por ejemplo, las FIGS. 4-6 ilustran que puede existir múltiples candidatos M-PDCCH, por ejemplo, candidatos A-G. El UE puede determinar monitorear el primer candidato M-PDCCH agrupado en base al menos a una superposición entre la duración DRX ON y el conjunto de subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado. Por ejemplo, el UE puede seleccionar el candidato M-PDCCH agrupado que tiene cada subtrama dentro de la duración DRX ON. Por tanto, en la FIG. 4, el UE puede seleccionar descodificar el candidato A en lugar del candidato C, porque el candidato A tiene cada subtrama dentro de la duración DRX ON 410, mientras que el candidato C tiene subtramas fuera de la duración DRX ON. Una vez que se realiza la determinación, el UE descodifica el candidato M-PDCCH seleccionado en 1010.

[0114] La FIG. 12 ilustra otro diagrama de flujo 1200 de ejemplo de aspectos adicionales opcionales, no cubiertos por las reivindicaciones, que se puede realizar como parte del procedimiento del diagrama de flujo 1000. El UE determina la duración DRX ON en 1002 y el conjunto de subtramas que transportan el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1004, como en la FIG. 10. El UE determina a continuación que la duración DRX ON se superpone al menos parcialmente con el conjunto de subtramas en 1006, que el UE pueda determinar, como se describe en relación con la FIG. 10. En este ejemplo, las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado quedan parcialmente fuera de la duración DRX ON. Por ejemplo, una vez que el UE determina que la duración DRX ON se superpone al menos parcialmente con el conjunto de subtramas en 1006, el UE puede determinar si las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado se inician dentro de la duración DRX ON en 1202. El UE puede descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1010 cuando las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado se inician dentro de la duración DRX ON. Por tanto, en la FIG. 4, el UE puede determinar descodificar tanto el candidato A como el candidato C, porque ambos candidatos se inician dentro de la duración DRX ON 410, aunque el candidato C tenga subtramas fuera de DRX ON 410.

[0115] El UE se puede abstener de descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1204 cuando las subtramas no se inician dentro de la duración DRX ON. Por ejemplo, en la FIG. 5, el UE puede determinar que las subtramas del candidato A y el candidato C están fuera de DRX ON 510 y que ninguno de los candidatos se inicia dentro de DRX ON 510. Por lo tanto, el UE se puede abstener de descodificar tanto el candidato A como el candidato C.

[0116] En otro ejemplo, el UE puede determinar si las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado finalizan dentro de la duración DRX ON en 1206. El UE puede descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1010 cuando las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado finalizan dentro de la duración DRX ON. El UE se puede abstener de descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado en 1204 cuando las subtramas no finalizan dentro de la duración DRX ON. De acuerdo con este ejemplo, el UE puede determinar descodificar el candidato A en la FIG. 5, aunque la subtrama 522 del candidato A esté fuera de DRX ON 510 porque el candidato A finaliza dentro de DRX ON 510. El UE se puede abstener de descodificar el candidato C en la FIG. 5, porque el candidato C finaliza después de la duración DRX ON 510.

[0117] En otro ejemplo, por ejemplo, en 1208, el UE puede descodificar el primer candidato M-PDCCH agrupado cuando cualquiera de las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado están dentro de la duración DRX ON. En este ejemplo, el UE puede determinar descodificar tanto al candidato A como al candidato C en las FIGS. 4 y 5, porque ambos candidatos tienen al menos una subtrama que se superpone a DRX ON 410, 510. En la FIG. 6, el UE puede determinar descodificar el candidato A, el candidato C y el candidato D, mientras se abstiene de descodificar el candidato E.

[0118] A veces, múltiples candidatos se pueden superponer parcialmente al ciclo DRX ON. Por tanto, en 1210, el UE puede determinar un conjunto de subtramas que transportan un segundo candidato M-PDCCH agrupado, en el que las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado están parcialmente fuera de la duración DRX ON y las subtramas del segundo candidato M-PDCCH agrupado están parcialmente fuera de la duración DRX ON. El UE puede a continuación determinar en 1212 qué candidato M-PDCCH agrupado va a monitorear en base a una superposición entre la duración DRX ON y las subtramas del primer candidato M-PDCCH agrupado y el segundo candidato M-PDCCH agrupado. En 1214, el UE puede descodificar uno del primer candidato M-PDCCH

agrupado y el segundo candidato M-PDCCH agrupado en base a la determinación. Por ejemplo, el UE puede seleccionar entre descodificar el candidato A y el candidato C en las FIGS. 4 y 5. El UE puede seleccionar entre descodificar el candidato A, el candidato C y el candidato D en la FIG. 6. La determinación se puede basar en una cantidad de superposición entre la duración DRX ON y las subtramas de cada uno de los candidatos.

[0119] La FIG. 13 es un diagrama de flujo 1300 de un procedimiento de comunicación inalámbrica. El procedimiento se puede realizar por un UE (por ejemplo, el UE 104, el aparato 1702/1702'). En 1302, el UE determina un parámetro de un candidato M-PDCCH agrupado monitoreado por el UE. Como se ilustra en 1308, como parte de la determinación del parámetro de configuración DRX, el UE determina un nivel de repetición para cada uno de una pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados monitoreados por el UE. Esta información se puede recibir, por ejemplo, de un eNB.

[0120] En 1304, el UE recibe una indicación asociada con una configuración DRX del UE. La indicación puede comprender un número de subtramas para las cuales el UE debe monitorear PDCCH. Esta indicación se puede recibir de un eNB que transmitirá el PDCCH.

[0121] En 1306, el UE determina un parámetro de configuración DRX, siendo el parámetro de configuración DRX una función del parámetro del candidato M-PDCCH y la indicación. El UE determina una duración DRX ON en 1310 como una función de la indicación y un nivel de repetición máximo para la pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados. Por ejemplo, si el UE recibe un parámetro M-PDCCH agrupado, los niveles de repetición son $R = \{2, 4, 8\}$, y si el número de subtramas para las cuales el UE debe monitorear PDCCH se indica como psf_3 , por ejemplo, 3 subtramas, el UE determina la duración DRX ON como una función del nivel de repetición máximo, es decir, 8, y el número indicado de subtramas que se van a monitorear, por ejemplo, 3. La función puede ser, por ejemplo,

$$\text{Duración DRX} = \text{número máximo de repeticiones} * \text{PSF} = 24 \text{ subtramas}$$

[0122] En este ejemplo, la duración DRX se puede determinar que es 24 subtramas, y puede proporcionar suficiente tiempo de recepción para descodificar 3 candidatos del nivel de repetición más grande.

[0123] La FIG. 14 es un diagrama de flujo 1400 de un procedimiento de comunicación inalámbrica, no cubierto por las reivindicaciones, que ilustra configuraciones de un ciclo DRX y subtramas de referencia CSI para un UE de MTC. El procedimiento se puede realizar por un UE (por ejemplo, el UE 104, el aparato 1702/1702'). A veces, el UE puede necesitar proporcionar retroalimentación de CSI en una subtrama particular, pero la subtrama de referencia puede estar localizada fuera de una duración DRX ON.

[0124] En 1402, el UE determina una duración DRX ON. Esta determinación se puede basar en la comunicación con un eNB con respecto a una ventana para que el UE encienda su receptor para recibir comunicación del eNB. En 1404, el UE determina un grupo de subtramas de referencia para generar retroalimentación de CSI, incluyendo el grupo de subtramas de referencia dos o más subtramas. Esta determinación se puede basar en la información recibida del eNB con respecto a las subtramas para la retroalimentación de CSI.

[0125] En 1406, el UE determina que la duración DRX ON se superpone parcialmente con el grupo de subtramas de referencia. La FIG. 9 ilustra ejemplos de subtramas de referencias correspondientes que se superponen parcialmente a DRX ON 914 y que también se superponen parcialmente a DRX OFF 912. El UE puede realizar cualquiera de un número de acciones para abordar la superposición parcial de las subtramas de referencia.

[0126] En 1408, el UE puede determinar ajustar la duración DRX ON, extendiéndolo para incluir cualesquiera subtramas de referencia que queden fuera de la duración DRX ON. Por tanto, el UE se puede activar fuera de la duración DRX ON para recibir subtramas de referencia fuera de DRX On. En la FIG. 9, el UE se puede activar temprano durante DRX OFF 912 para recibir las subtramas 942, 944 de las subtramas de referencia correspondientes. Aunque este ejemplo ilustra subtramas que se inician antes de DRX ON, el UE también puede mantener su receptor encendido al final de un período DRX ON cuando, en su lugar, las subtramas de referencia continúan después de que DRX ON ha finalizado.

[0127] Si el ciclo DRX es lo suficientemente corto, el UE puede, en su lugar, usar subtramas de referencia previas, por ejemplo, en 1410. Por ejemplo, en el segundo ejemplo de la FIG. 9, el UE puede usar las subtramas 936, 938 de la duración DRX ON 910 previa en combinación con 946, 948 en DRX ON 914 para realizar las mediciones CSI.

[0128] En 1412, el UE puede, en su lugar, usar solo la parte de las subtramas de referencia que están dentro del ciclo DRX ON para realizar las mediciones CSI. La FIG. 9 ilustra esto como el tercer ejemplo, donde el UE puede usar solo las subtramas 946 y 948 para realizar mediciones CSI durante DRX ON 914.

[0129] En 1414, el UE se puede abstener de transmitir CSI. Por ejemplo, cuando no existe superposición o solo una superposición parcial, el UE se puede abstener de transmitir mediciones CSI. Por lo tanto, el UE se podría abstener de transmitir mediciones CSI porque las subtramas de referencia 942 y 944 están durante DRX OFF 912.

El UE se puede abstener de enviar CSI cuando un porcentaje de las subtramas de referencia CSI que están fuera de la duración DRX ON está más allá de un umbral. Si el porcentaje de subtramas de referencia dentro de la duración DRX está dentro del umbral, el UE puede determinar transmitir CSI usando las subtramas de referencia superpuestas, por ejemplo, como en 1412.

[0130] Una vez que el UE realiza uno de 1408, 1410, 1412 y 1414, el UE puede realizar las mediciones CSI usando las subtramas de referencia determinadas en 1408, 1410, 1412 o 1414 y puede transmitir información con respecto a las mediciones CSI al eNB.

[0131] La FIG. 15 es un diagrama de flujo 1500 de un procedimiento de comunicación inalámbrica no cubierto por las reivindicaciones. El procedimiento se puede realizar por un UE (por ejemplo, el UE 104, el aparato 1702/1702'). En 1502, el UE recibe una concesión SPS para un conjunto de subtramas, incluyendo el conjunto de subtramas una subtrama no disponible. El UE puede recibir una concesión de activación de SPS de un eNB. Determinadas subtramas pueden ser subtramas inválidas que no están disponibles para que el UE las use para transmisión y/o recepción.

[0132] En 1504, el UE puede determinar un subconjunto de subtramas disponibles en el conjunto de subtramas para las cuales recibió la concesión SPS. Por ejemplo, después de recibir la concesión SPS, el UE puede considerar qué subtramas dentro de la concesión SPS son inválidas o no están disponibles.

[0133] En 1506, el UE puede ajustar la recepción o transmisión durante el conjunto de subtramas en base al subconjunto de subtramas disponibles. El UE puede realizar cualquiera de un número de acciones para abordar subtramas inválidas dentro de una concesión SPS, por ejemplo, cualquiera de 1508, 1510 o 1512. En un ejemplo, como parte del ajuste de la recepción o transmisión en 1508, el UE puede posponer una transmisión agrupada programada para la subtrama no disponible y para cualquier subtrama del conjunto de subtramas que es posterior a la subtrama no disponible en 1508.

[0134] En otro ejemplo, como parte del ajuste de la recepción o transmisión en 1506, el UE puede descartar una transmisión agrupada programada para la subtrama no disponible en 1510.

[0135] En otro ejemplo, como parte del ajuste de la recepción o transmisión en 1506, el UE puede descartar una transmisión programada que incluye la transmisión durante la subtrama no disponible en 1512.

[0136] En 1514, el UE puede seleccionar una opción para ajustar la recepción o transmisión durante el conjunto de subtramas en base a la cantidad de agrupación empleada, comprendiendo la opción al menos uno de 1508, 1510 o 1512. Por tanto, el UE puede seleccionar entre realizar 1508, 1510 y 1512 en base a una cantidad de agrupación empleada.

[0137] Por ejemplo, el UE puede descartar una transmisión programada que incluye la transmisión durante la subtrama no disponible en 1510, cuando la subtrama es una primera subtrama y puede posponer una transmisión agrupada programada para la subtrama no disponible en 1508 y para cualquier subtrama del conjunto de subtramas que es posterior a la subtrama no disponible cuando la subtrama no disponible está después de la primera subtrama. Por tanto, el UE puede determinar en 1516 si la subtrama no disponible es una primera subtrama como parte de la selección de la opción en 1514.

[0138] La FIG. 16 es un diagrama de flujo 1600 de un procedimiento de comunicación inalámbrica no cubierto por las reivindicaciones. El procedimiento se puede realizar por un UE (por ejemplo, el UE 104, el aparato 1702/1702'). El UE puede ser un UE de MTC. En 1602, el UE recibe una configuración SPS, por ejemplo, de un eNB. La configuración SPS indica cuándo el UE debe transmitir o recibir comunicación con el eNB. Cuando se ha configurado un UE de MTC con M-PUSCH SPS, el UE de MTC no recibe M-PDCCH durante el período SPS configurado.

[0139] En 1604, el UE puede determinar una transmisión HARQ de acuerdo con la configuración SPS. En 1606, el UE determina una transmisión M-PDCCH que se omite para programar la transmisión HARQ debido a la configuración SPS. Esto se puede considerar una transmisión M-PDCCH virtual que podría haber programado un M-PUSCH. Por ejemplo, para un M-PUSCH que se inicia en la subtrama N, el UE puede determinar que la ocasión M-PDCCH omitida se inicie en la subtrama N+k, siendo k el tiempo de programación. En 1608, el UE determina un proceso HARQ basado en la transmisión M-PDCCH omitida. Por ejemplo, el UE puede determinar una ID de proceso HARQ asignada a un M-PUSCH particular en base a la ocasión M-PDCCH omitida. Como ejemplo, un UE de MTC que tiene 2 procesos HARQ tendría una de cada dos ocasiones M-PDCCH asociada con uno de los 2 procesos HARQ.

[0140] En 1610, el UE transmite la transmisión HARQ basada en el proceso HARQ determinado.

[0141] La FIG. 17 es un diagrama de flujo de datos conceptual 1700 que ilustra el flujo de datos entre diferentes medios/componentes de un aparato 1702 ejemplar. El aparato puede ser un UE. El aparato incluye un componente

de recepción 1704 que recibe comunicación DL, incluyendo, por ejemplo, candidatos M-PDCCH agrupados, parámetros de configuración DRX, señales de referencia CSI, etc., desde un eNB 1750. El aparato comprende un componente de transmisión 1706 que transmite comunicación UL a eNB 1750, incluyendo mediciones CSI, etc. El aparato puede incluir un componente DRX 1708 que determina los parámetros DRX y maneja las subtramas M-PDCCH superpuestas parcialmente. El componente DRX 1708 puede incluir un componente de duración DRX ON 1710 que determina una duración DRX ON, un componente de subtrama M-PDCCH 1712 que determina un conjunto de subtramas que transportan candidatos M-PDCCH agrupados y un componente de superposición 1714 que determina una superposición entre subtramas de una duración DRX ON y subtramas de candidatos M-PDCCH agrupados. El componente DRX 1708 puede incluir además un componente de determinación de descodificación 1716 que determina si descodificar un candidato M-PDCCH agrupado o si abstenerse de descodificar el candidato M-PDCCH agrupado. El componente DRX puede incluir un componente de extensión DRX ON 1718 que extiende la duración DRX ON para incluir el conjunto de subtramas por completo. El aparato 1702 puede incluir un componente de descodificación 1734 configurado para descodificar el candidato M-PDCCH agrupado, por ejemplo, basado en la determinación por el componente de determinación de descodificación 1716 o basado en una extensión de la duración DRX ON por el componente de extensión DRX ON 1718.

[0142] El componente DRX ON 1708 puede incluir además un componente de parámetro M-PDCCH 1720 que determina un parámetro de un candidato M-PDCCH agrupado monitoreado por el UE, un componente de indicación DRX 1722 que recibe una indicación asociada con una configuración DRX del aparato, y un componente de configuración DRX 1724 que determina un parámetro de configuración DRX, siendo el parámetro de configuración DRX una función del parámetro del candidato M-PDCCH y la indicación.

[0143] El aparato puede incluir un componente SPS 1726 que maneja subtramas no disponibles dentro de las concesiones SPS. El componente SPS 1726 puede recibir una concesión SPS para un conjunto de subtramas. El componente SPS 1726 puede incluir un componente de subtrama disponible 1728 que determina un subconjunto de subtramas disponibles en el conjunto de subtramas, ya que algunas de las subtramas de la concesión SPS pueden no estar disponibles. El componente SPS 1726 también puede incluir un componente de ajuste 1730 que ajusta la recepción o transmisión durante el conjunto de subtramas en base al subconjunto de subtramas disponibles determinado por el componente de subtrama disponible 1728.

[0144] El aparato también puede incluir un componente CSI 1732 que está configurado para realizar el algoritmo descrito en relación con la FIG. 14.

[0145] El aparato puede incluir componentes adicionales que realicen cada uno de los bloques del algoritmo en los diagramas de flujo mencionados anteriormente de las FIGS. 10-16. Como tal, cada bloque en el diagrama de flujo mencionado anteriormente de las FIG. 10-16 se puede realizar por un componente y el aparato puede incluir uno o más de esos componentes. Los componentes pueden ser uno o más componentes de hardware configurados específicamente para llevar a cabo los procedimientos/el algoritmo expresados, implementados por un procesador configurado para realizar los procedimientos/el algoritmo expresados, almacenados dentro de un medio legible por ordenador para su implementación por un procesador, o alguna combinación de los mismos.

[0146] La FIG. 18 es un diagrama 1800 que ilustra un ejemplo de una implementación en hardware para un aparato 1702' que emplea un sistema de procesamiento 1814. El sistema de procesamiento 1814 se puede implementar con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1824. El bus 1824 puede incluir un número cualquiera de buses y puentes de interconexión dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento 1814 y de las restricciones de diseño globales. El bus 1824 enlaza entre sí diversos circuitos incluyendo uno o más procesadores y/o componentes de hardware, representados por el procesador 1804, los componentes 1704-1734 y el medio legible por ordenador/la memoria 1806. Aunque solo los componentes 1704, 1706, 1708, 1726 y 1732 se ilustran en la FIG. 18, cualquiera de los componentes 1704-1734 se puede incluir en el aparato 1702'. El bus 1824 también puede enlazar otros circuitos diversos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión y circuitos de gestión de potencia, que son bien conocidos en la técnica, y por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

[0147] El sistema de procesamiento 1814 puede estar acoplado a un transceptor 1810. El transceptor 1810 se acopla a una o más antenas 1820. El transceptor 1810 proporciona un medio para la comunicación con otros aparatos diversos sobre un medio de transmisión. El transceptor 1810 recibe una señal desde las una o más antenas 1820, extrae información de la señal recibida y proporciona la información extraída al sistema de procesamiento 1814, específicamente, al componente de recepción 1704. Además, el transceptor 1810 recibe información desde el sistema de procesamiento 1814, específicamente, el componente de transmisión 1706 y, en base a la información recibida, genera una señal que se va a aplicar a las una o más antenas 1820. El sistema de procesamiento 1814 incluye un procesador 1804 acoplado a un medio legible por ordenador/una memoria 1806. El procesador 1804 es responsable del procesamiento general, incluyendo la ejecución de programa informático almacenado en el medio legible por ordenador/la memoria 1806. El programa informático, cuando se ejecuta por el procesador 1804, provoca que el sistema de procesamiento 1814 realice las diversas funciones descritas *supra* para cualquier aparato particular. El medio legible por ordenador/la memoria 1806 también se puede usar para almacenar datos que se manipulan por el procesador 1804 cuando ejecuta el programa informático. El sistema de

procesamiento 1814 incluye además al menos uno de los componentes 1704-1734. Los componentes pueden ser componentes de programa informático que se ejecutan en el procesador 1804, residentes/almacenados en el medio legible por ordenador/la memoria 1806, uno o más componentes de hardware acoplados al procesador 1804 o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1814 puede ser un componente del UE 350 y puede incluir la memoria 360 y/o al menos uno del procesador de TX 368, el procesador de RX 356 y el controlador/procesador 359.

[0148] En una configuración, el aparato 1702/1702' para la comunicación inalámbrica incluye cualquiera de los medios para determinar una duración DRX ON, medios para determinar un conjunto de subtramas que transportan candidatos M-PDCCH agrupados, medios para determinar una superposición entre una duración DRX ON y subtramas de los candidatos M-PDCCH, medios para abstenerse de descodificar, medios para descodificar, medios para extender la duración DRX ON, medios para determinar qué candidato M-PDCCH agrupado se va a monitorear, medios para determinar un parámetro de un candidato M-PDCCH agrupado, medios para recibir una indicación asociada con una configuración DRX de un UE, medios para determinar un parámetro de configuración DRX, medios para recibir una concesión SPS, medios para determinar un subconjunto de subtramas disponibles y medios para ajustar la recepción o transmisión. Los medios mencionados anteriormente pueden ser uno o más de los componentes mencionados anteriormente del aparato 1702 y/o del sistema de procesamiento 1814 del aparato 1702' configurado para realizar las funciones mencionadas mediante los medios mencionados anteriormente. Como se describe anteriormente, el sistema de procesamiento 1814 puede incluir el procesador TX 368, el procesador RX 356 y el controlador/procesador 359. Como tal, en una configuración, los medios mencionados anteriormente pueden ser el procesador TX 368, el procesador RX 356 y el controlador/procesador 359, configurados para realizar las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente.

[0149] Se entiende que el orden o la jerarquía específicos de los bloques en los procesos/diagramas de flujo divulgados es una ilustración de enfoques ejemplares. En base a las preferencias de diseño, se entiende que el orden o jerarquía específico de los bloques de los procedimientos/diagramas de flujo se pueden reorganizar. Además, algunos bloques se pueden combinar u omitir. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de los diversos bloques en un orden de muestra y no pretenden estar limitados al orden o jerarquía específico presentado.

[0150] La descripción anterior se proporciona para hacer posible que cualquier experto en la técnica lleve a la práctica los diversos aspectos descritos en el presente documento. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros aspectos. Por tanto, no se pretende limitar las reivindicaciones a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se les debe conceder el alcance completo consecuente con el lenguaje de las reivindicaciones, en las que la referencia a un elemento en forma singular no pretende significar "uno y solo uno", a menos que se exprese específicamente así, sino más bien "uno o más". El término "ejemplar" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no se ha de interpretar necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos. A menos que se exprese de otro modo específicamente, el término "algunos/as" se refiere a uno o más. Las combinaciones tales como "al menos uno de A, B o C", "uno o más de A, B o C", "al menos uno de A, B y C", "uno o más de A, B y C" y "A, B, C o cualquier combinación de los mismos" incluyen cualquier combinación de A, B y/o C, y pueden incluir múltiplos de A, múltiplos de B o múltiplos de C. Específicamente, las combinaciones tales como "al menos uno de A, B o C", "uno o más de A, B o C", "al menos uno de A, B y C", "uno o más de A, B y C" y "A, B, C o cualquier combinación de los mismos" puede ser A solo, B solo, C solo, A y B, A y C, B y C o A y B y C, donde cualquiera de dichas combinaciones puede contener uno o más miembros de A, B o C. Las palabras "módulo", "mecanismo", "elemento", "dispositivo" y similares no pueden ser un sustituto de la palabra "medios". Como tal, ningún elemento de una reivindicación se ha de interpretar como un medio más función a menos que el elemento se enumere expresamente usando la expresión "medios para".

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica en un equipo de usuario, UE, que comprende:
 - 5 determinar (1302) un parámetro de un candidato de canal físico de control de enlace descendente de comunicación de tipo máquina, MTC, M-PDCCH, agrupado monitoreado por el UE, en el que el parámetro del M-PDCCH agrupado comprende un nivel de repetición;
 - 10 recibir (1304) una indicación asociada con una configuración de recepción discontinua, DRX, del UE; y
 - 15 determinar (1306) un parámetro de configuración DRX, siendo el parámetro de configuración DRX una función del parámetro del candidato M-PDCCH y la indicación, en el que el parámetro de configuración DRX indica la duración DRX ON.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la indicación comprende un número de subtramas para las cuales el UE debe monitorear PDCCH.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende:
 - 20 determinar un nivel de repetición para cada uno de una pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados monitoreados por el UE; y
 - 25 determinar la duración DRX ON como una función de la indicación y un nivel de repetición máximo para la pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados.
4. Un programa informático que comprende instrucciones para realizar un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 cuando se ejecutan por un procesador.
5. Un aparato para la comunicación inalámbrica en un equipo de usuario, UE, que comprende:
 - 30 medios para determinar un parámetro de un candidato de canal físico de control de enlace descendente de comunicación de tipo máquina, MTC, M-PDCCH, agrupado monitoreado por el UE, en el que el parámetro del M-PDCCH agrupado comprende un nivel de repetición;
 - 35 medios para recibir una indicación asociada con una configuración de recepción discontinua, DRX, del UE; y
 - 40 medios para determinar un parámetro de configuración DRX, siendo el parámetro de configuración DRX una función del parámetro del candidato M-PDCCH y la indicación, en el que el parámetro de configuración DRX indica la duración DRX ON.
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la indicación comprende un número de subtramas para las cuales el UE debe monitorear PDCCH.
7. El aparato de la reivindicación 5, en el que la indicación comprende un número de subtramas para las cuales el UE debe monitorear PDCCH, en el que los medios para determinar el parámetro determinan un nivel de repetición para cada uno de una pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados monitoreados por el UE, y en el que los medios para determinar el parámetro de configuración DRX determinan la duración DRX ON como una función de la indicación y un nivel de repetición máximo para la pluralidad de candidatos M-PDCCH agrupados.

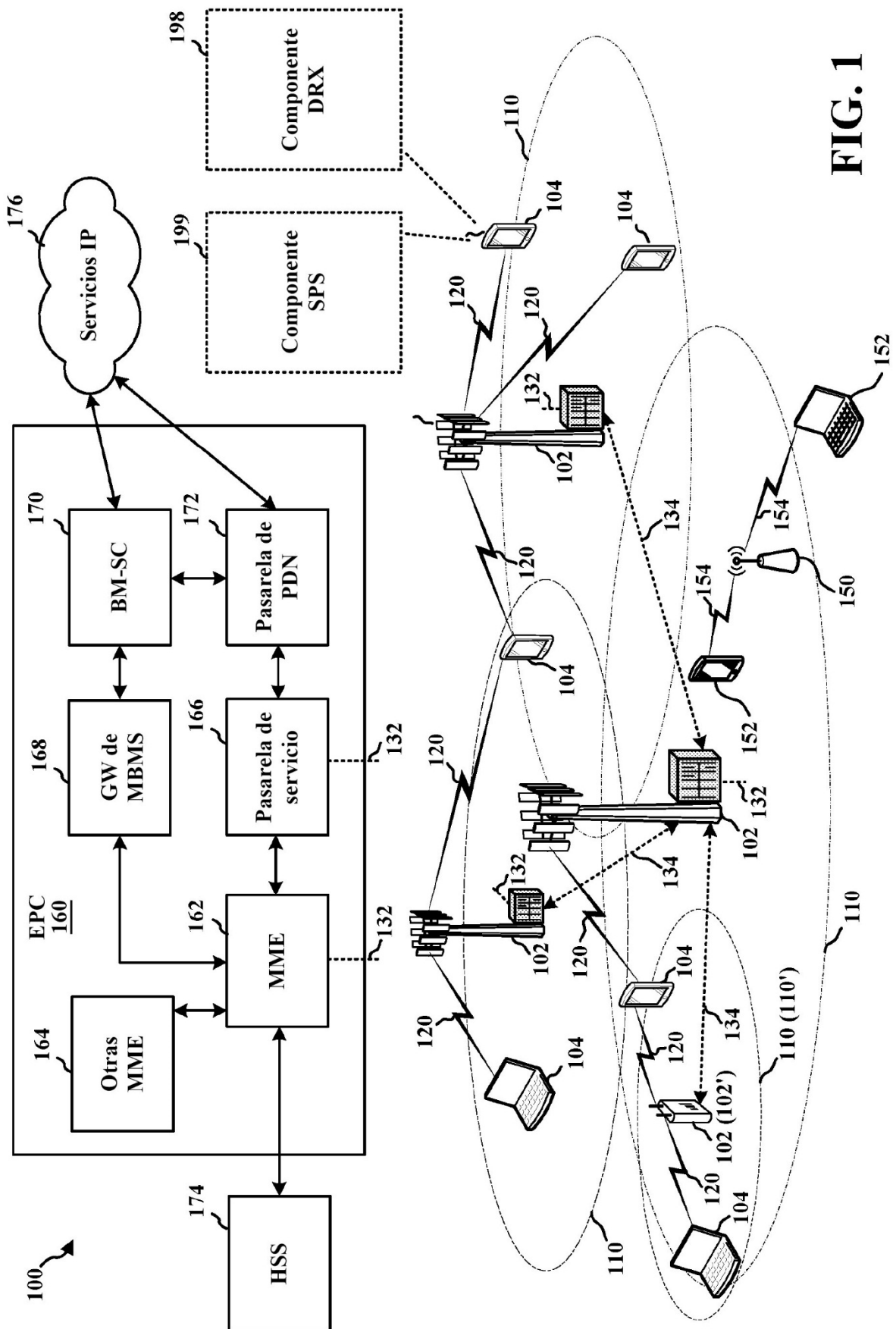
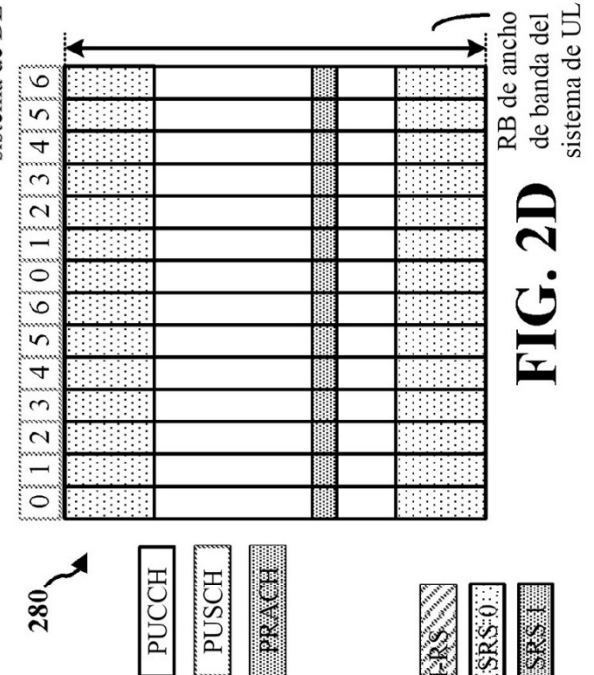
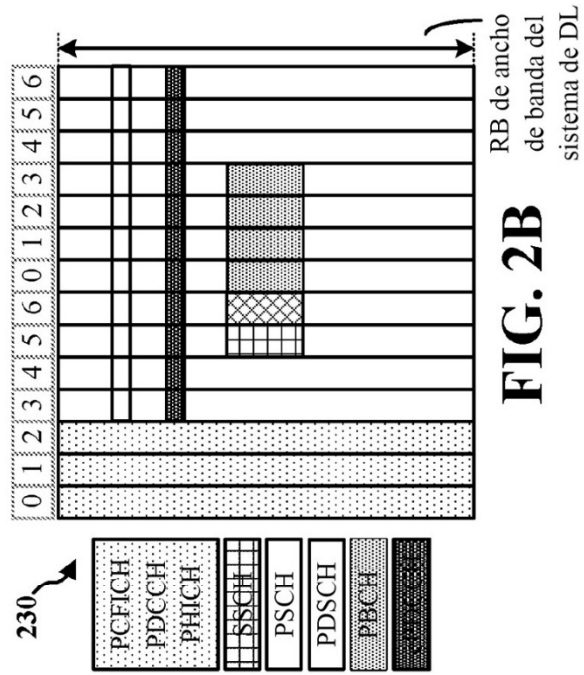
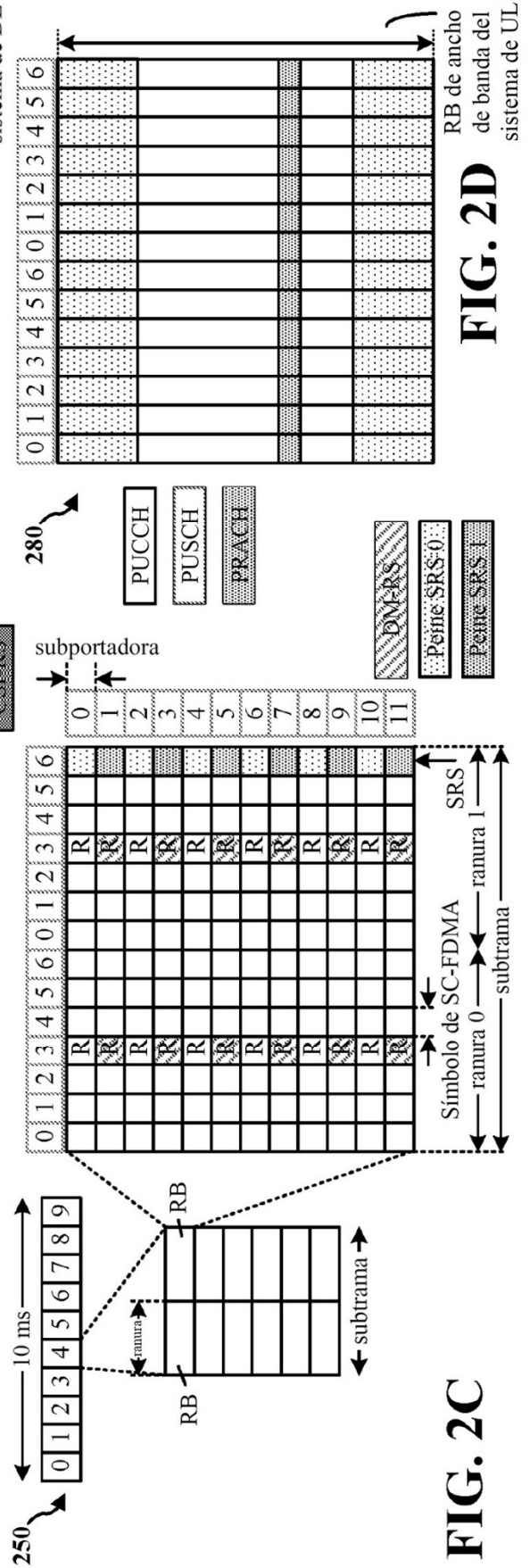
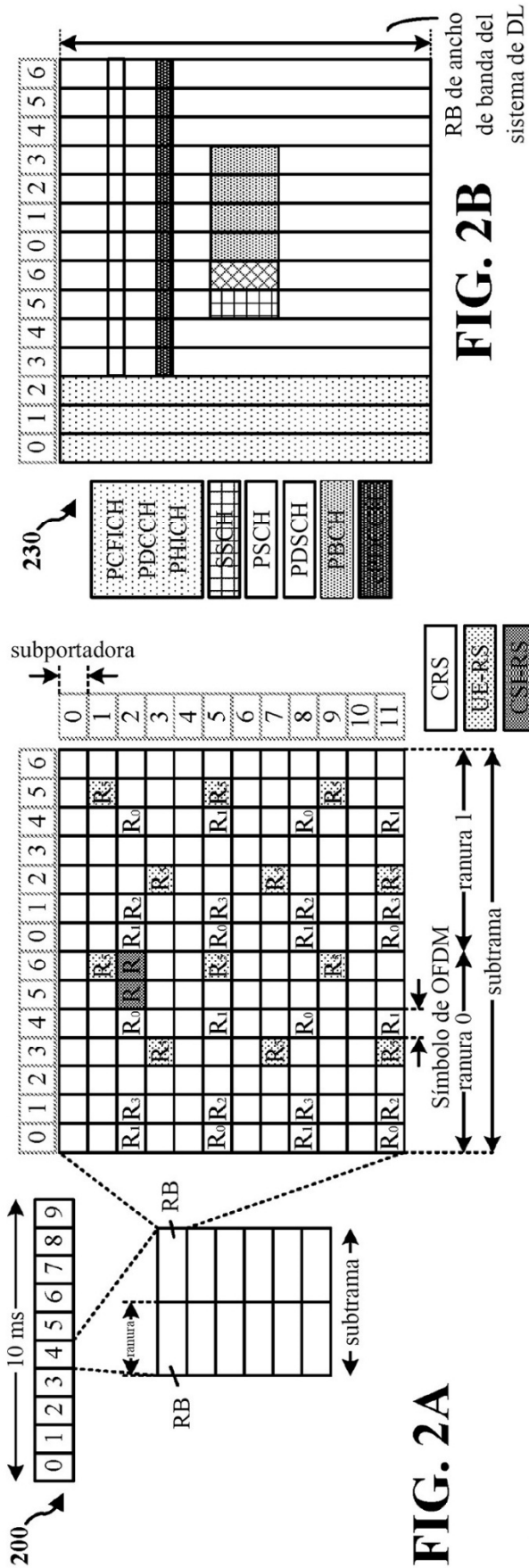


FIG. 1



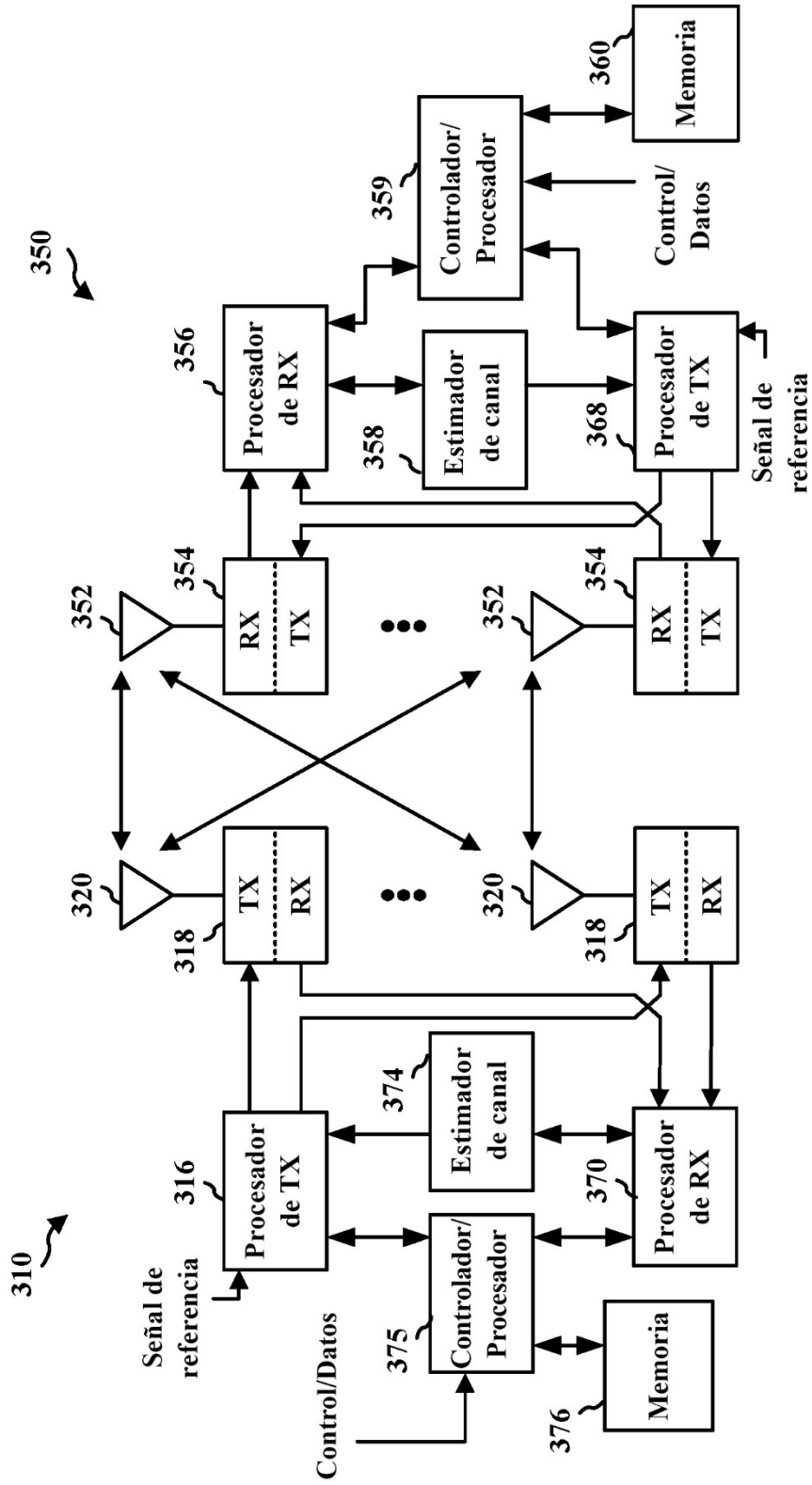


FIG. 3

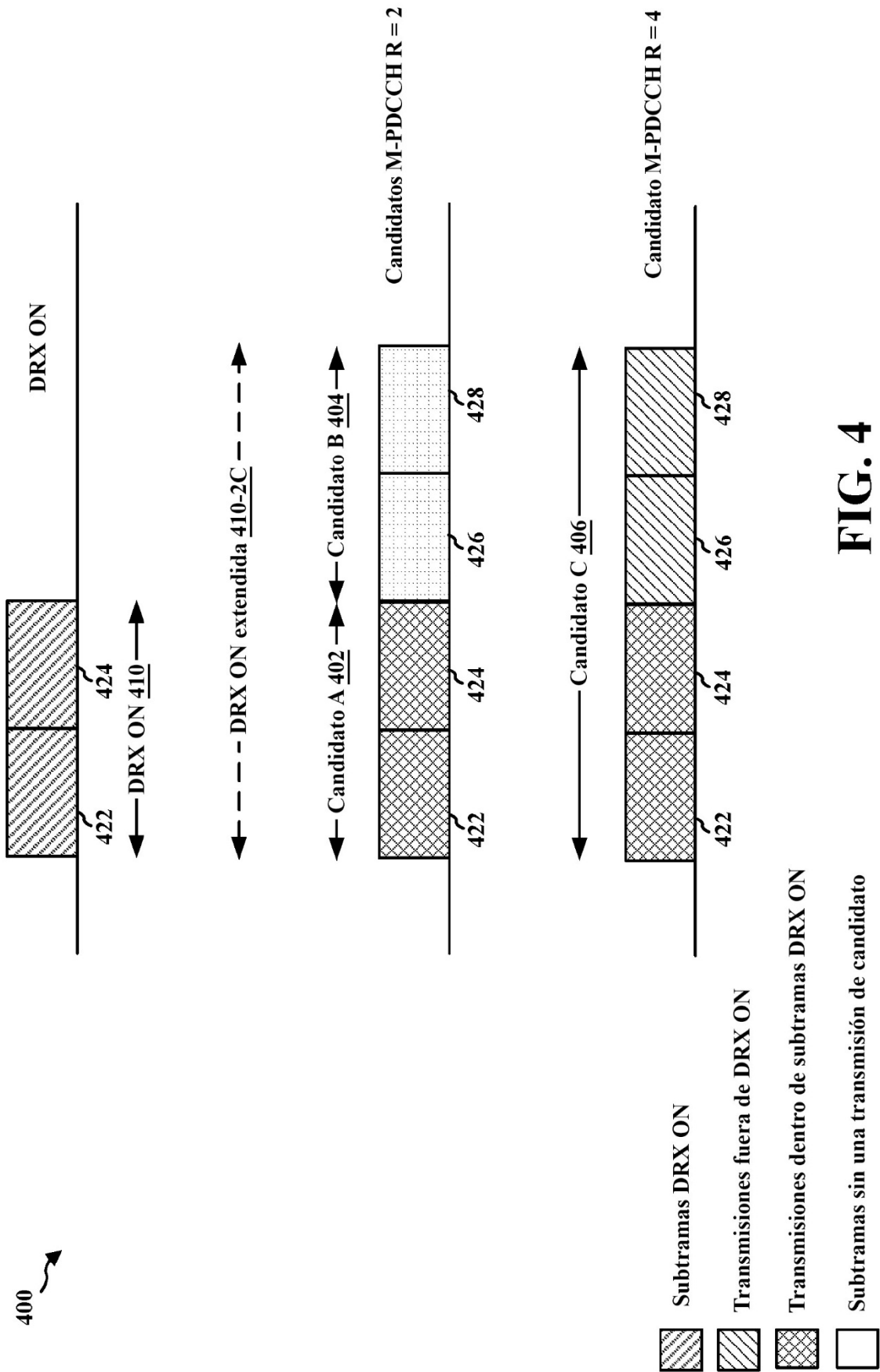


FIG. 4

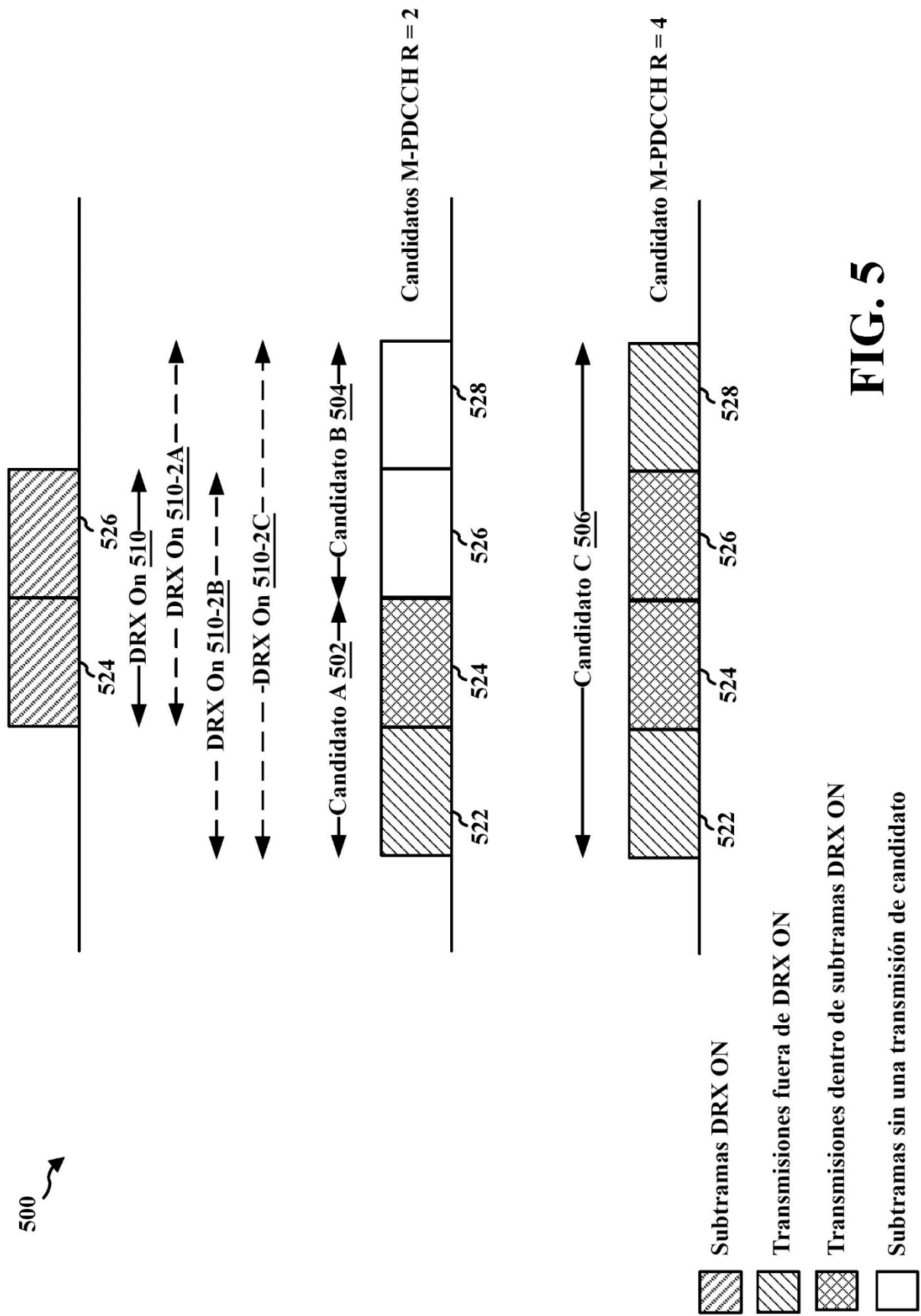


FIG. 5

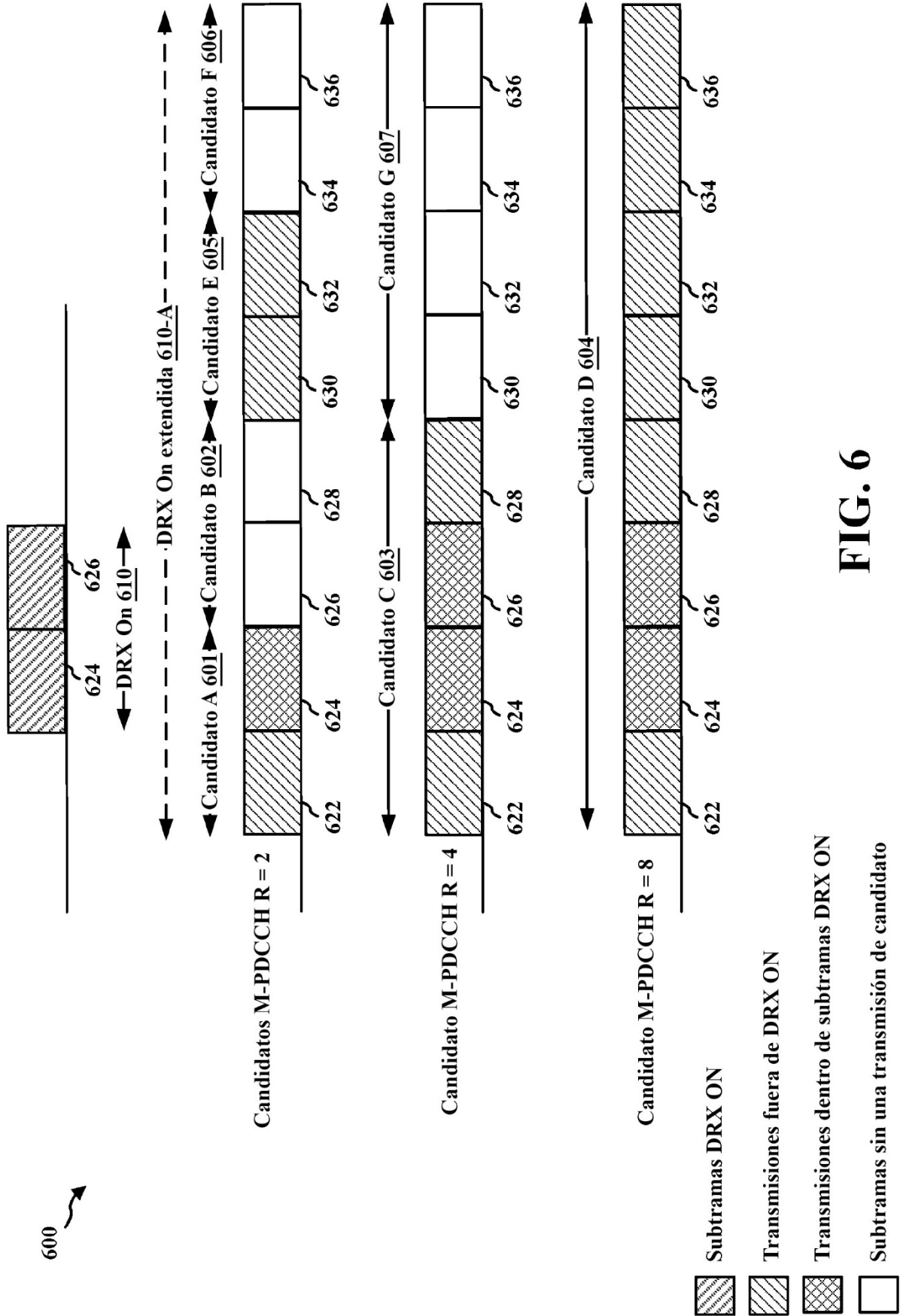


FIG. 6

700 ↗

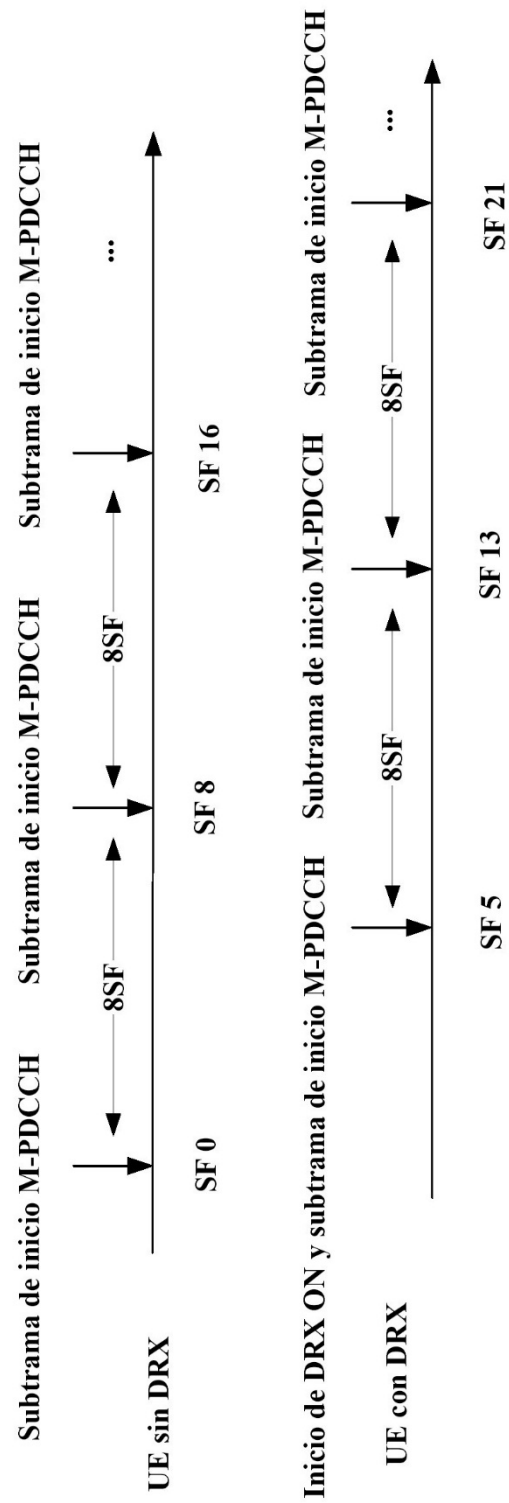


FIG. 7

800 ↗

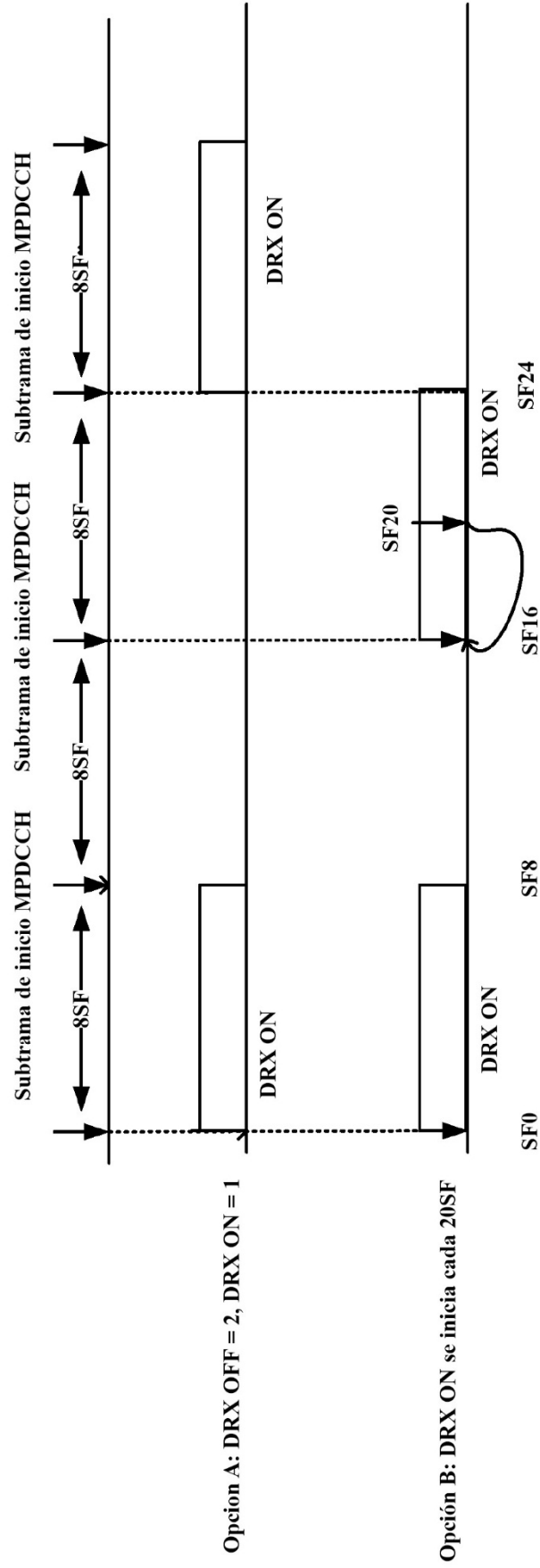


FIG. 8

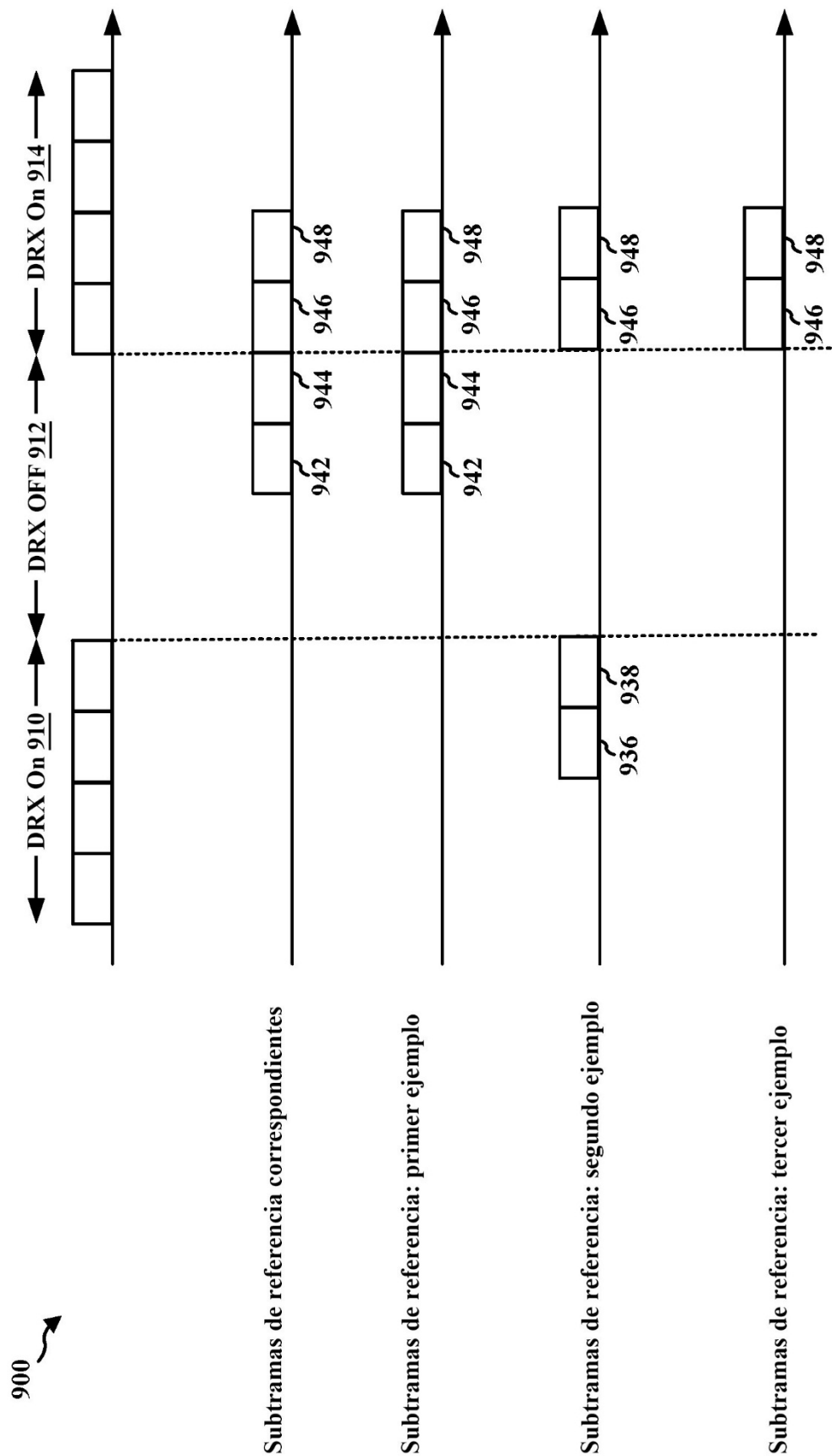


FIG. 9

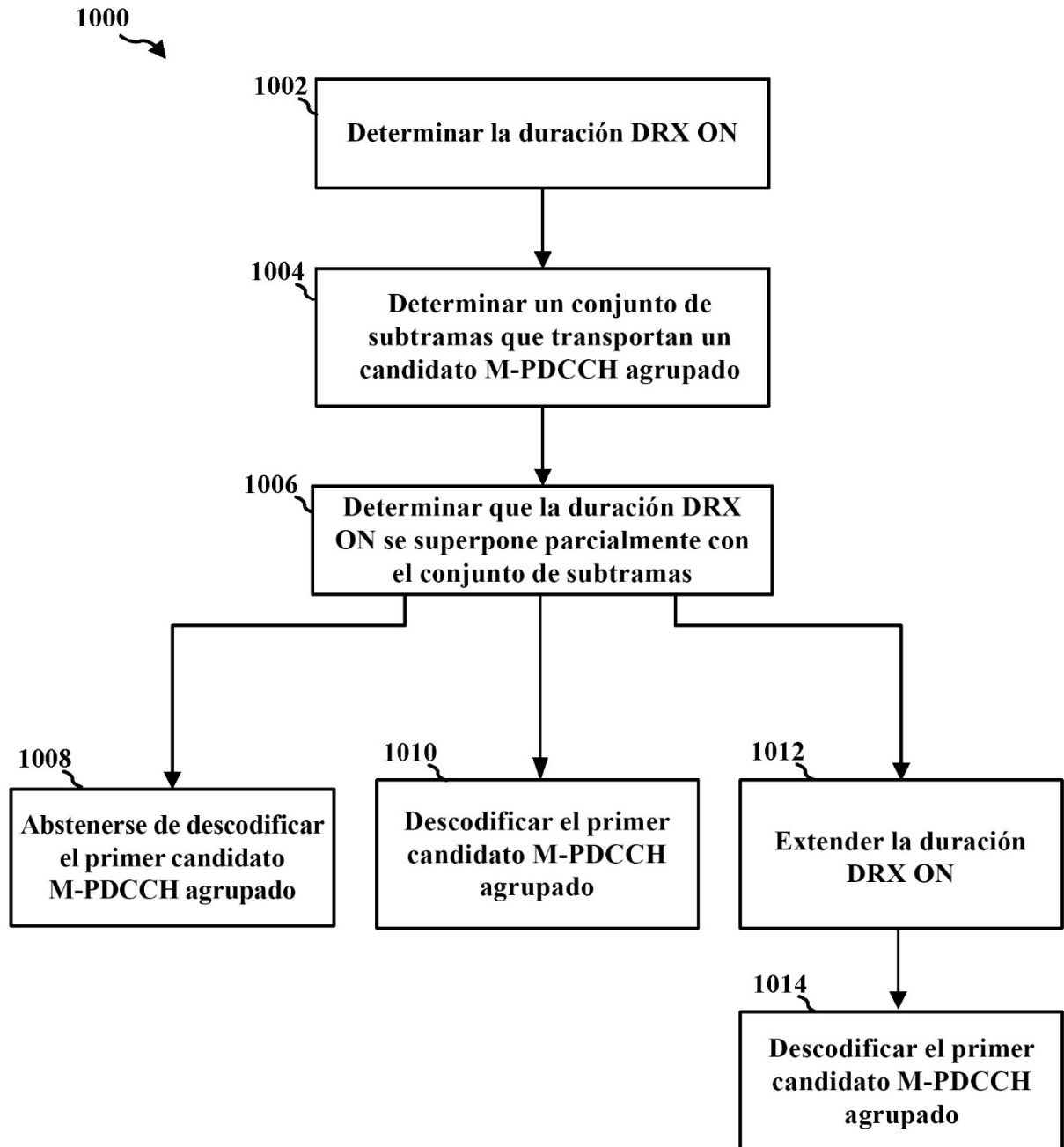


FIG. 10

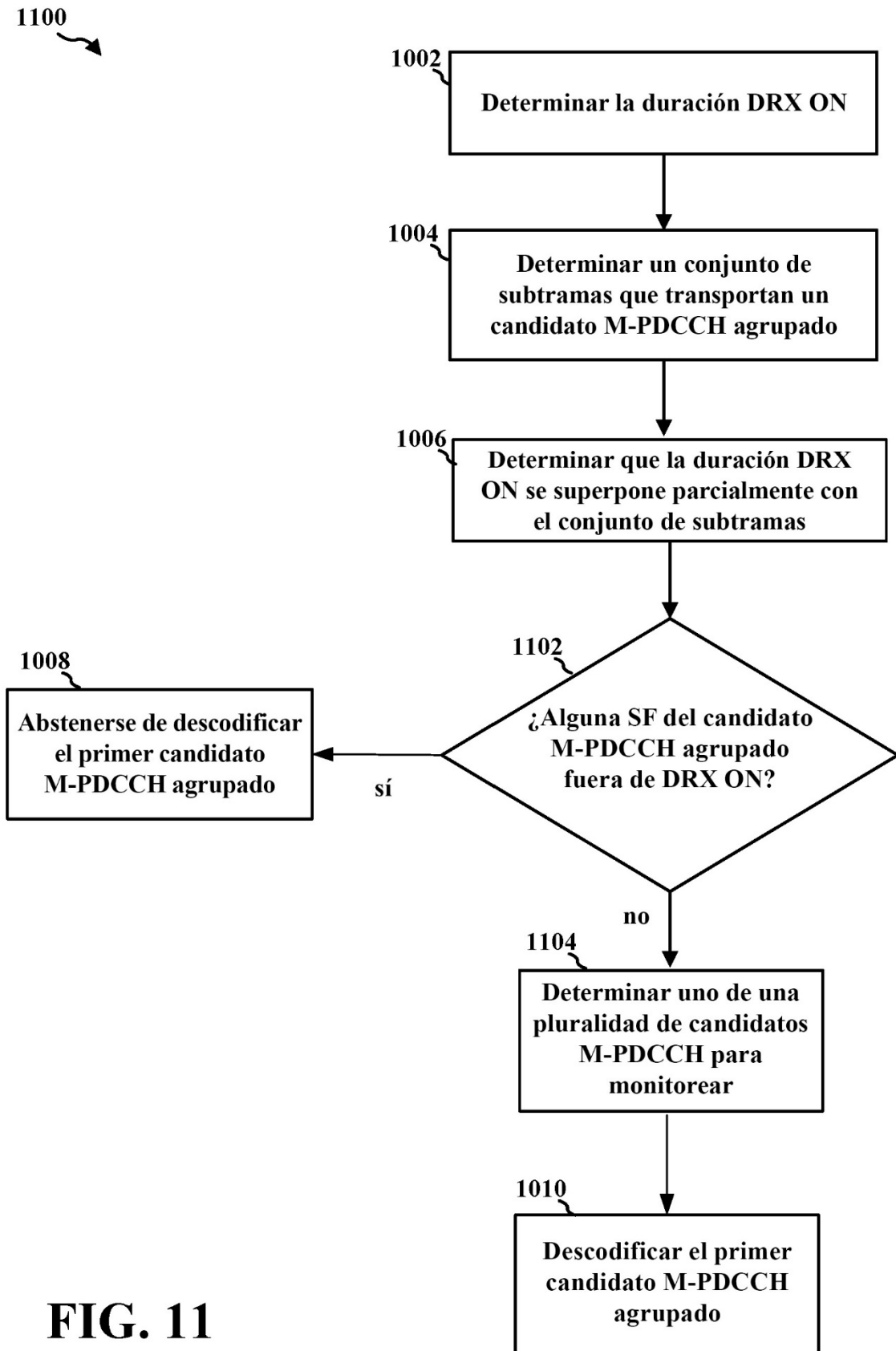
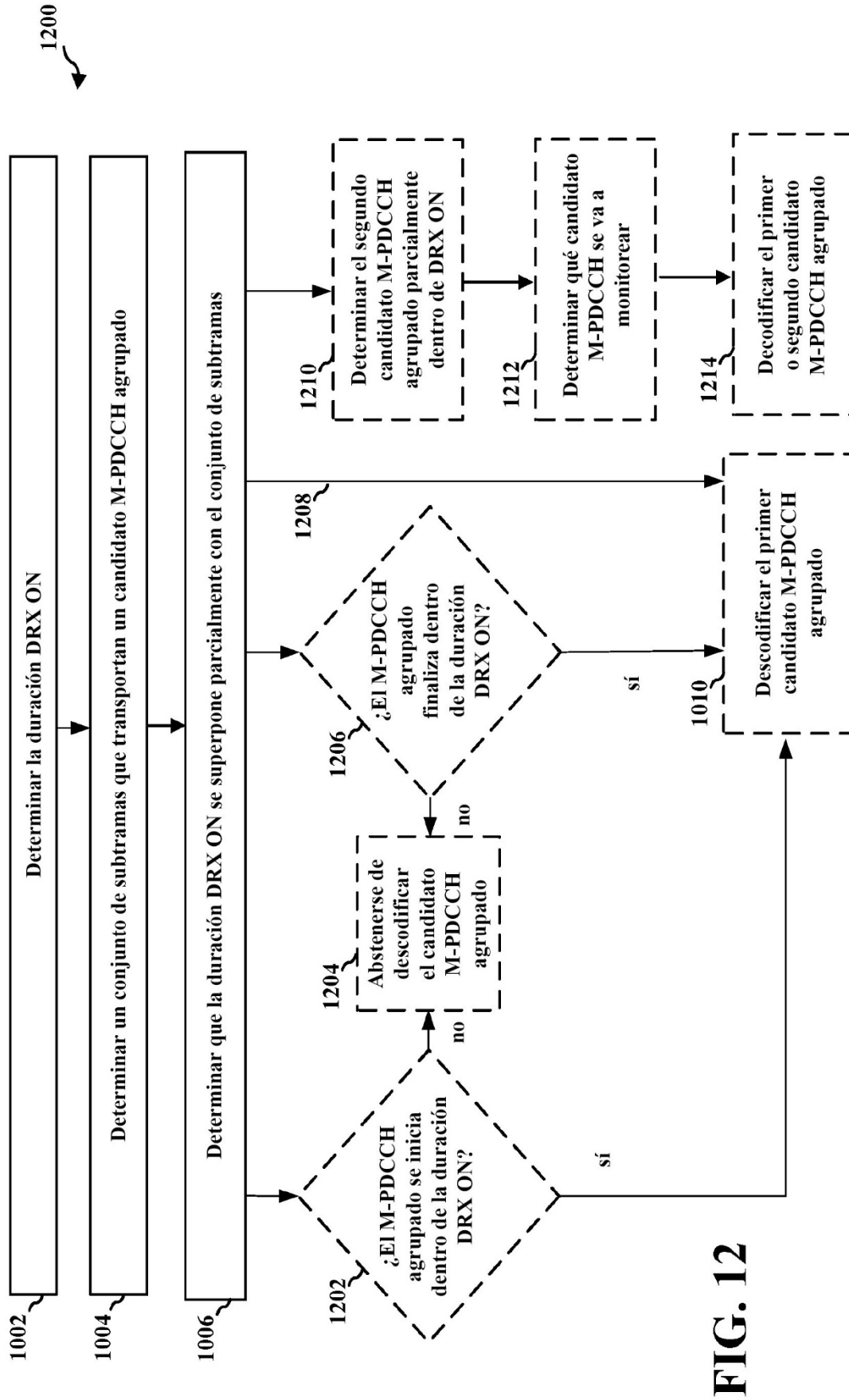


FIG. 11



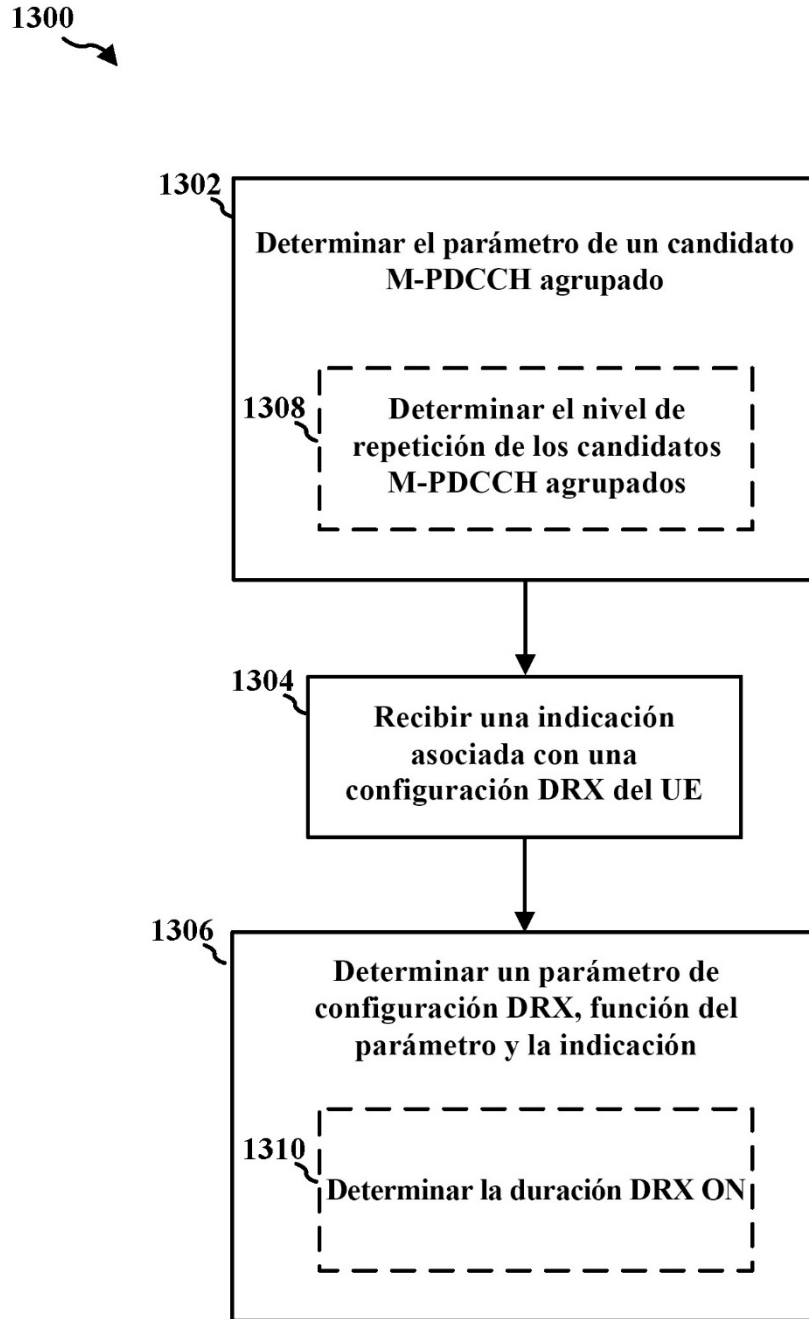


FIG. 13

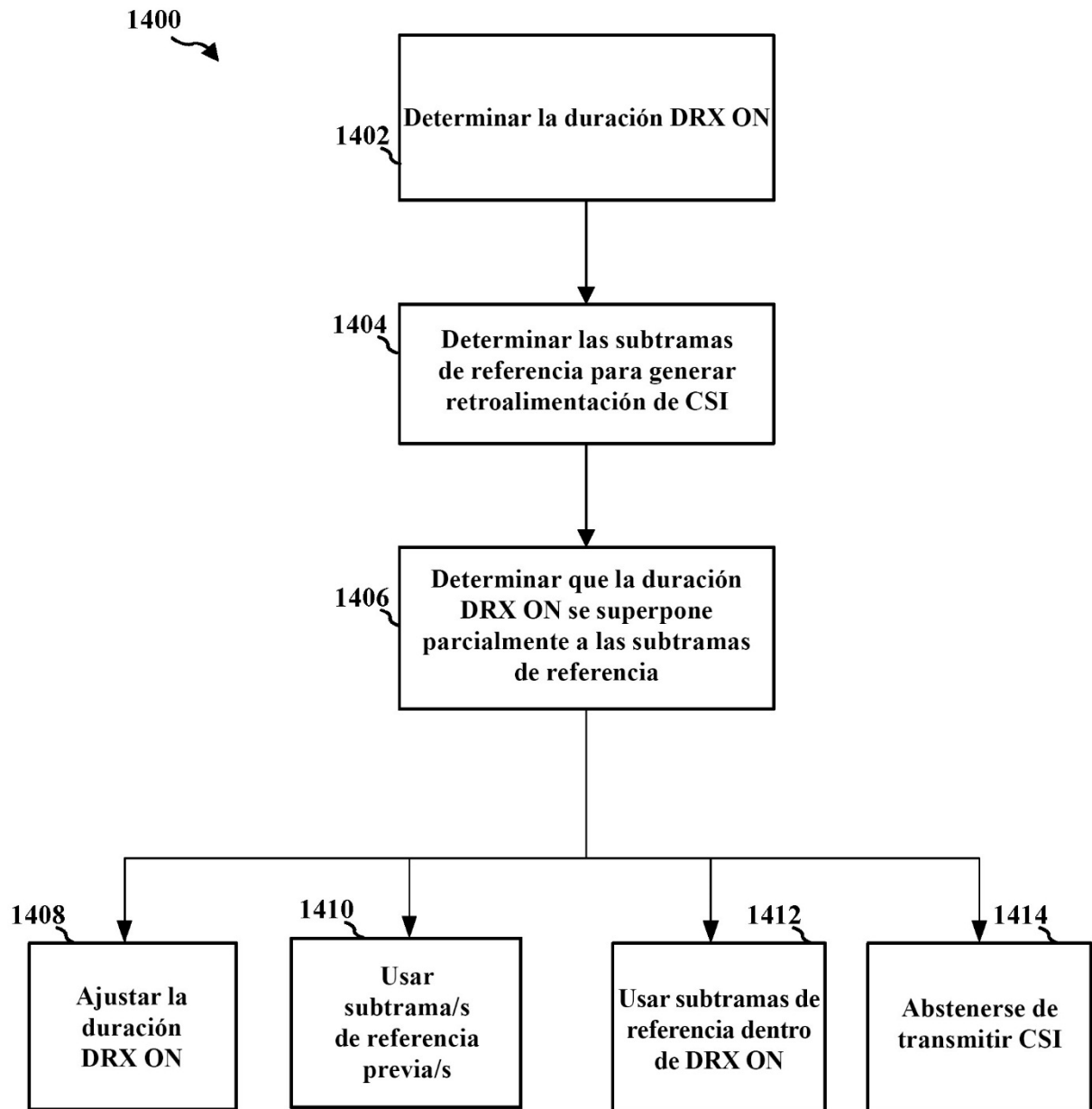


FIG. 14

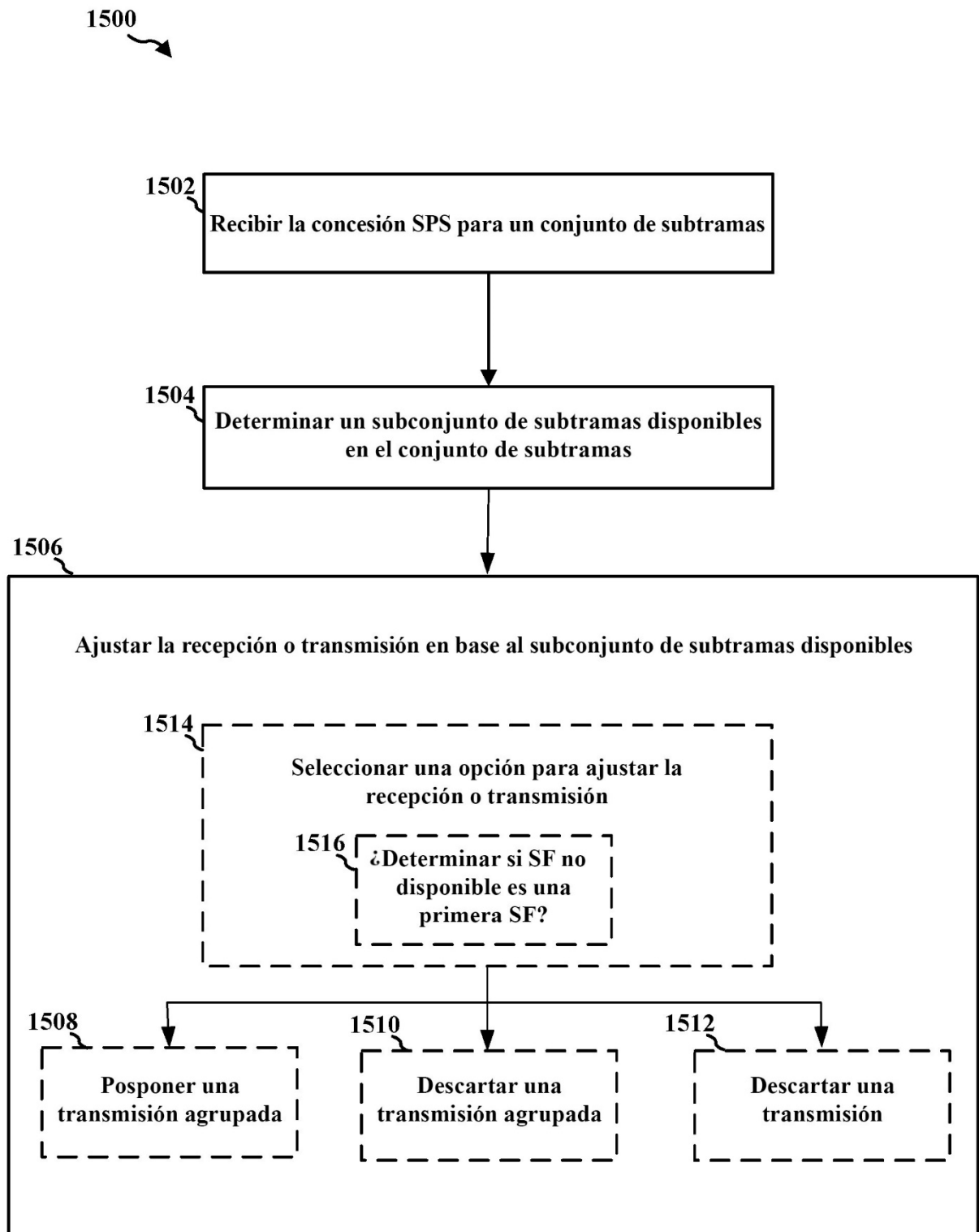


FIG. 15

1600

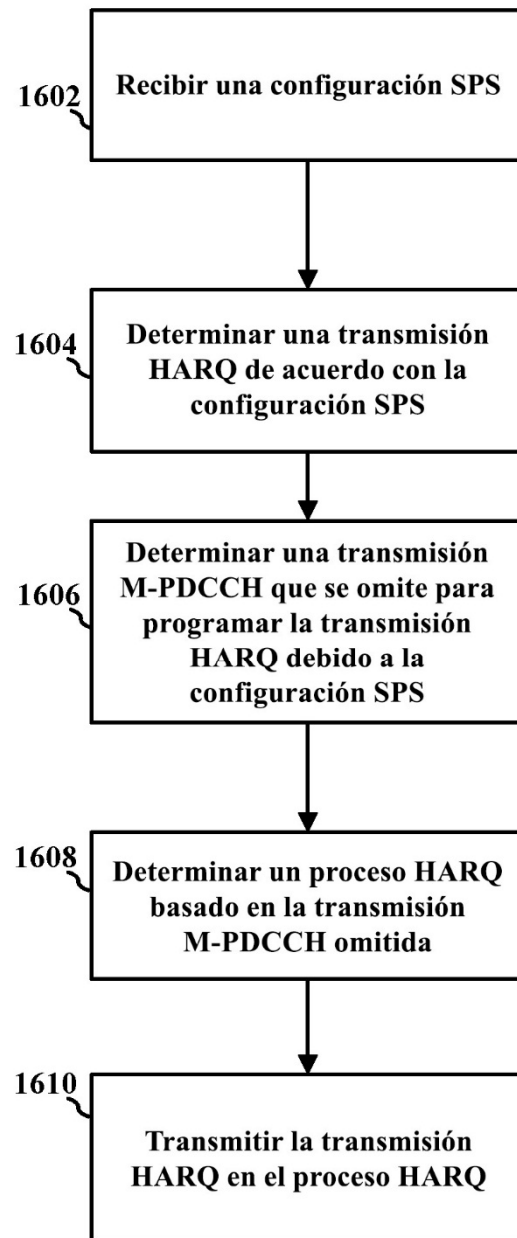
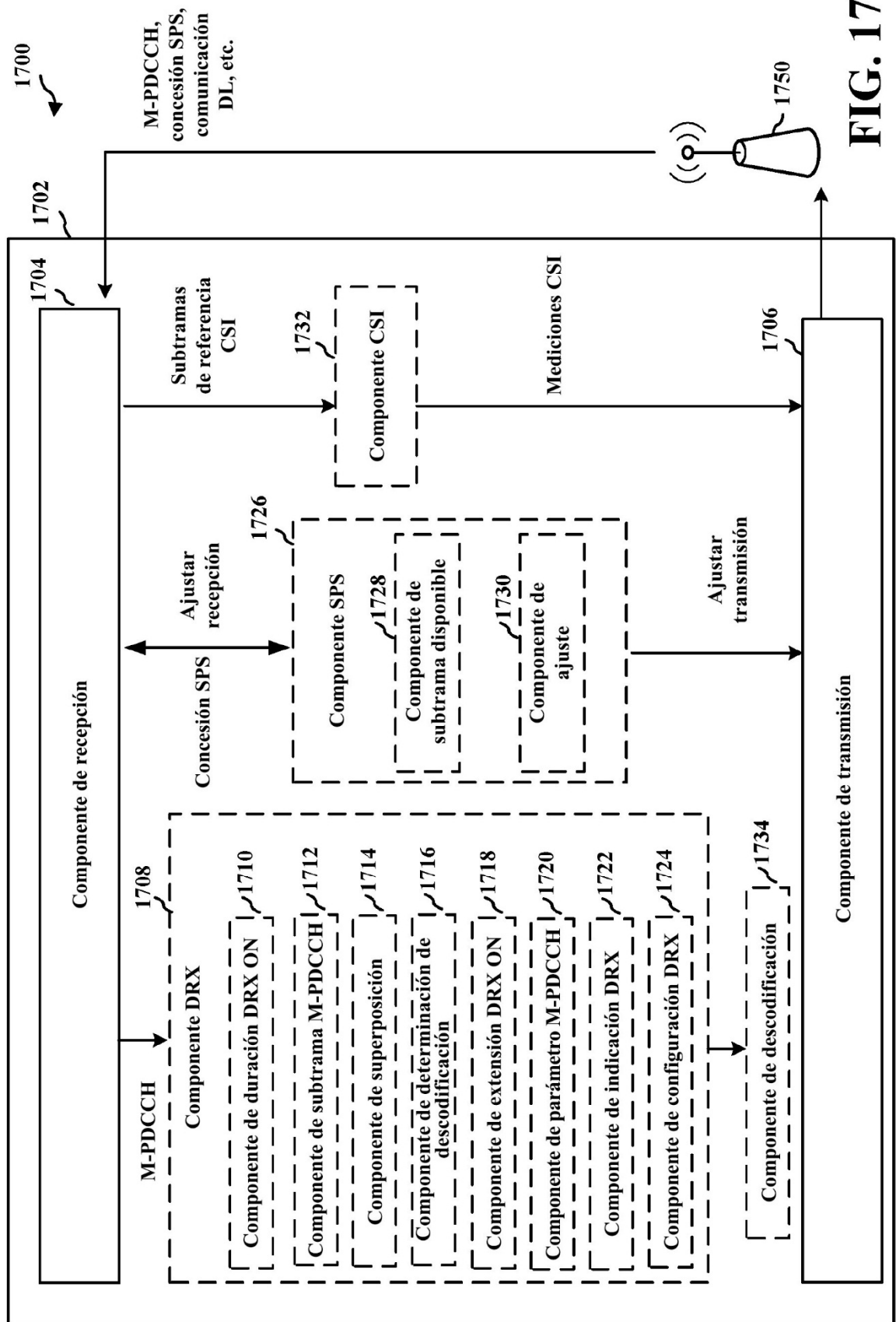


FIG. 16



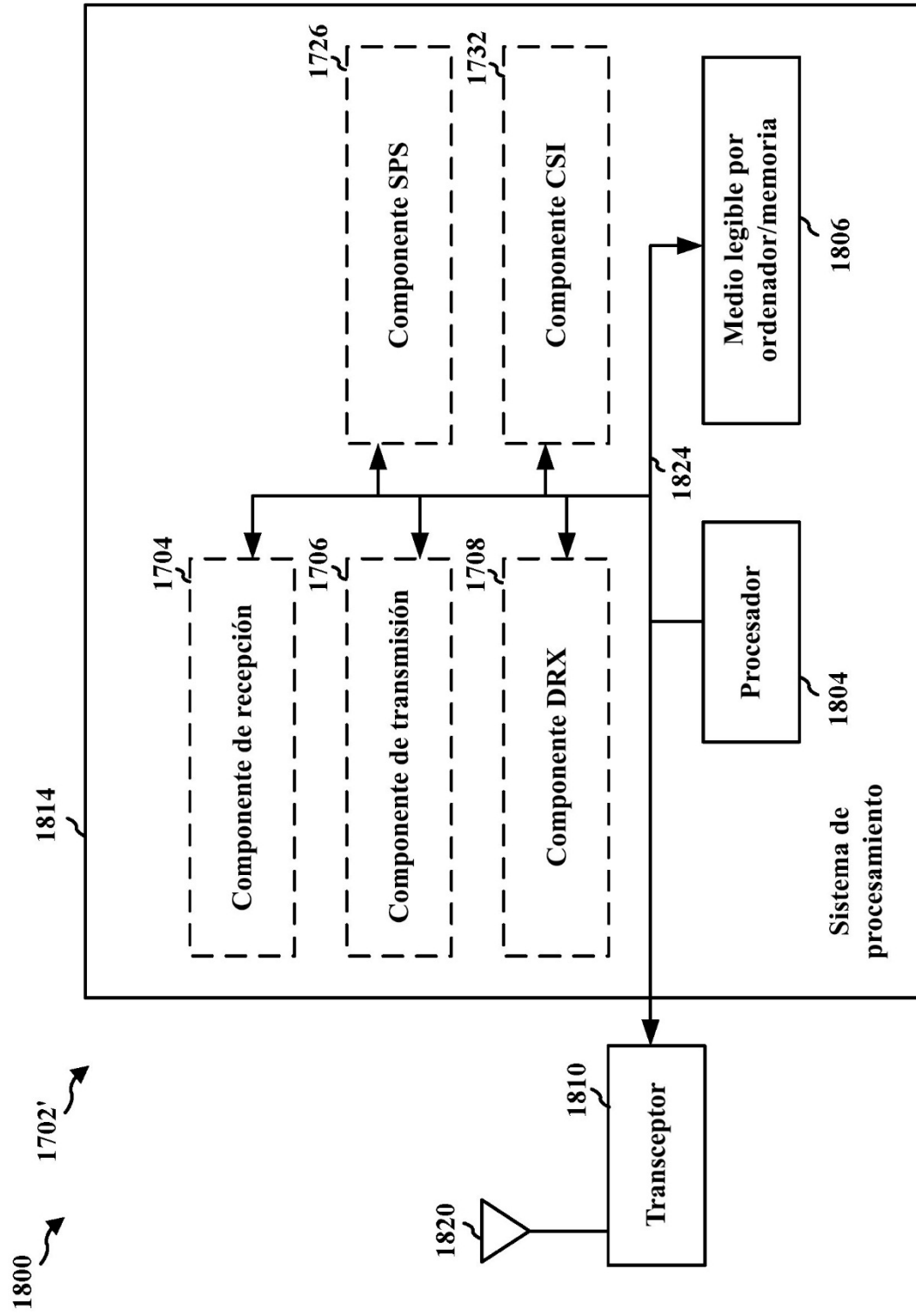


FIG. 18