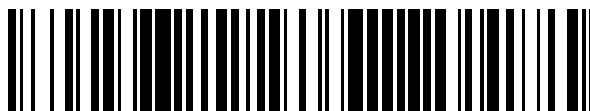


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 407**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/08** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

**H04W 72/12** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2014 PCT/KR2014/012618**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15093907**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2014 E 14872904 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3084985**

54 Título: **Determinación de tiempo para transmisión o recepción de señalización en un modo operativo de cobertura mejorada**

30 Prioridad:

**20.12.2013 US 201361919261 P**  
**19.12.2014 US 201414577433**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.03.2020**

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)**  
**129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si**  
**Gyeonggi-do 16677, KR**

72 Inventor/es:

**PAPASAKELLARIOU, ARIS;**  
**LI, YING y**  
**NG, BOON LOONG**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 751 407 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**

Determinación de tiempo para transmisión o recepción de señalización en un modo operativo de cobertura mejorada

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a repeticiones de canales de control o canales de datos para mejoras de cobertura.

**Antecedentes de la técnica**

10 La comunicación inalámbrica ha sido una de las innovaciones más exitosas en la historia moderna. Recientemente, el número de suscriptores a los servicios de comunicación inalámbrica superó los cinco mil millones y continúa creciendo rápidamente. La demanda de tráfico de datos inalámbricos está aumentando rápidamente debido a la creciente popularidad entre los consumidores y las empresas de teléfonos inteligentes y otros dispositivos de datos móviles, como tabletas, ordenadores "bloc de notas", ordenadores portátiles, lectores de libros electrónicos y dispositivos de tipo de máquina. Para cumplir con el alto crecimiento en el tráfico de datos móviles y admitir nuevas aplicaciones e implementaciones, las mejoras en la eficiencia y cobertura de la interfaz de radio son de suma importancia. "Coverage enhancement of PRACH for low cost MTC", Corporación Intel, documento 3GPP Draft, R1-135104, divulga una vista sobre la mejora de la cobertura de PRACH para MTC de bajo coste en sistemas LTE, y un análisis sobre la asignación de recursos de PRACH y el procedimiento de acceso aleatorio para UE de MTC de cobertura limitada.

15 "Coverage enhancement of DL/UL control channels for low cost MTC", Corporación Intel, documento 3GPP Draft, R1-135105 desvela una mejora de cobertura para UE de MTC de bajo coste en (E)PDCCH, PCFICH, PHICH y PUCCH.

**Divulgación de la invención**

20 **Problema técnico**

Esta divulgación proporciona procedimientos y aparatos para el control y la señalización de datos para soportar la comunicación con mejoras de cobertura.

**Solución al problema**

25 En una primera realización, se proporciona un procedimiento de comunicación inalámbrica por una estación base. El procedimiento incluye identificar una información de control de enlace descendente, DCI, incluido un campo que indica un número de repetición de una subtrama que incluye el DCI, en el que la subtrama incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; y transmitir, a un equipo de usuario, UE, el DCI incluye el campo que indica el número de repetición de subtramas, en el que el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignado a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas.

30 En una forma de realización adicional, un procedimiento de comunicación inalámbrica por un equipo de usuario, (UE), se proporciona, comprendiendo el procedimiento: recibir, desde una estación base, información de control del enlace descendente, DCI, incluyendo un campo que indica un número de repetición de subtramas, en el que el número de repetición indica un número de repeticiones de una subtrama que incluye el DCI y el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignadas a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas, en el que cada una de las subtramas incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; e identificar el número de repetición del DCI.

35 En una forma de realización adicional, se proporciona un equipo de usuario (UE). El UE incluye un transceptor; y un procesador acoplado a la unidad de RF; en el que el controlador está configurado para: recibir, desde una estación base, información de control del enlace descendente, DCI, incluyendo un campo que indica un número de repetición de subtramas, en el que el número de repetición indica un número de repeticiones de una subtrama que incluye el DCI y el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignadas a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas, en el que cada una de las subtramas incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; e identificar el número de repetición del DCI.

40 En una forma de realización adicional, se proporciona una estación base. La estación base incluye un transmisor y un controlador acoplado al transceptor, en el que el controlador está configurado para: identificar una información de control de enlace descendente, DCI, incluido un campo que indica un número de repetición de una subtrama que incluye el DCI, en el que cada una de las subtramas incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; y transmitir, a un equipo de usuario, UE, el DCI incluye el campo que indica el número de repetición de subtramas, en el que el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignado a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas.

45 Antes de realizar la DESCRIPCIÓN DETALLADA a continuación, puede ser ventajoso establecer definiciones de ciertas palabras y frases utilizadas en este documento de patente. El término "par" y sus derivados se refieren a

cualquier comunicación directa o indirecta entre dos o más elementos, si esos elementos están o no en contacto físico entre sí. Los términos "transmitir", "recibir", y "comunicar", así como sus derivados, abarcan tanto la comunicación directa como la indirecta. Los términos "incluir" y "comprender", así como sus derivados, significan inclusión sin limitación. El término "o" es inclusivo, significando y/o. La frase "asociado con", así como sus derivados, significa incluir, ser incluido dentro de, interconectado con, contener, estar contenido dentro, conectarse a o con, acoplado a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar cerca de, estar unido a o con, tener, tener una propiedad de, tener una relación respecto a o con, o similares. El término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla al menos una operación. Dicho controlador puede implementarse en hardware o una combinación de hardware y software y/o firmware. La funcionalidad asociada con cualquier controlador en particular puede ser centralizada o distribuida, ya sea local o remotamente. La frase "al menos uno de", cuando se usa con una lista de artículos, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados, y que solo se puede necesitar un artículo en la lista. Por ejemplo, "al menos uno de: A, B y C" incluye cualquiera de las siguientes combinaciones: A, B, C, A y B, A y C, B y C, y A y B y C.

Más aún, varias funciones descritas a continuación pueden ser implementadas o soportadas por uno o más programas de ordenador, cada uno de los cuales está formado por un código de programa legible por ordenador y está incorporado en un medio legible por ordenador. Los términos "aplicación" y "programa" se refieren a uno o más programas de ordenador, componentes de software, conjuntos de instrucciones, procedimientos, funciones, objetos, clases, instancias, datos relacionados, o una porción de los mismos adaptados para la implementación en un código de programa legible por ordenador adecuado. La frase "código de programa legible por ordenador" incluye cualquier tipo de código de ordenador, incluido el código fuente, código objeto y código ejecutable. La frase "medio legible por ordenador" incluye cualquier tipo de medio al que pueda acceder un ordenador, tal como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), una unidad de disco duro, un disco compacto (CD), un disco de video digital (DVD) o cualquier otro tipo de memoria. Un medio legible por ordenador "no transitorio" excluye enlaces de comunicación cableados, inalámbricos, ópticos u otros que transportan señales eléctricas u otras señales transitorias. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye medios en los que los datos pueden almacenarse permanentemente y medios en los que los datos pueden almacenarse y luego sobrescribirse, como un disco óptico regrabable o un dispositivo de memoria borrable.

Las definiciones de otras ciertas palabras y frases se proporcionan a lo largo de esta divulgación. Los expertos en la materia deberían entender que en muchos, si no en la mayoría de los casos, tales definiciones se aplican a usos anteriores, así como futuros, de tales palabras y frases definidas.

### **Breve descripción de los dibujos**

Para una comprensión más completa de la presente divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en relación con los dibujos adjuntos, en los que los números de referencia iguales representan partes similares:

La figura 1 ilustra un ejemplo de red de comunicación inalámbrica de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 2 ilustra un ejemplo de equipo de usuario (UE) de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 3 ilustra un ejemplo de Nodo B mejorado (eNB) de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 4 ilustra una estructura de ejemplo para un DL SF de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 5 ilustra un ejemplo de procedimiento de codificación para un formato de DCI de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 6 ilustra un procedimiento de decodificación para un formato de DCI de acuerdo con esta divulgación;  
 Las figuras 7a y 7b ilustran una operación de ejemplo para que un UE detecte un formato DCI transmitido por un EP-DCCH que se transmite con uno de los dos números de repetición candidatos en el que se aplica una secuencia de codificación diferente a los símbolos de formato DCI dependiendo del número candidato de repeticiones de acuerdo con esta divulgación;  
 Las figuras 8a y 8b ilustran una operación de ejemplo para que un UE decodifique un EPDCCH transmitido con uno de los dos posibles números de repetición candidatos utilizando dos RNTI asociados respectivamente con los dos números de repetición candidatos de acuerdo con esta divulgación;  
 Las figuras 9a y 9b ilustran una operación de ejemplo para que un UE determine a partir de un formato DCI detectado varias repeticiones, en el que un eNB transmite un EPDCCH que transmite el formato DCI de acuerdo con el número de repeticiones, de acuerdo con esta divulgación;  
 Las figuras 9c y 9d ilustran una operación de ejemplo para un UE para determinar un número de repeticiones para una transmisión EPDCCH desde un formato DCI detectado cuando el UE está configurado con más de dos números candidatos de repeticiones y el formato DCI incluye un campo que indica si el número de repeticiones es un número nominal o no de acuerdo con esta divulgación;  
 Las figuras 10a y 10b ilustran una asignación de ejemplo de candidatos a EPDCCH en diferentes subtramas de acuerdo con un número de repeticiones de primer candidato y de acuerdo con un número de repeticiones de segundo candidato para una transmisión de EPDCCH de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 11 ilustra una asignación de ejemplo de símbolos de formato DCI a RE disponibles en una subtrama de acuerdo con un número candidato de repeticiones para una transmisión EPDCCH respectiva de acuerdo con esta divulgación;  
 La figura 12 ilustra una asignación de ejemplo de símbolos de formato DCI a RE disponibles en una serie de

subtramas utilizadas para repeticiones de una transmisión EPDCCH de acuerdo con esta divulgación;

La figura 13 ilustra un ejemplo para salto de frecuencia de repeticiones PDSCH en diferentes subtramas según un primer número candidato de repeticiones PDSCH o según un segundo número candidato de repeticiones PDSCH de acuerdo con esta divulgación;

5 La figura 14 ilustra una operación para que un UE determine una subtrama de inicio para una recepción PDSCH programada por un formato DCI detectado transmitido por un primer número candidato de repeticiones de dos números candidatos de repeticiones para una transmisión EPDCCH de acuerdo con esta divulgación;

La figura 15 ilustra una operación para que un UE determine una subtrama de inicio para una transmisión de señal HARQ-ACK en respuesta a una recepción PDSCH a través de un primer número de subtramas a partir de dos números candidatos de subtramas; y

10 La figura 16 ilustra una operación para un UE configurado para recibir un número máximo de repeticiones para una transmisión EPDCCH para determinar una subtrama inicial para una recepción PDSCH programada por un formato DCI detectado transmitido por el EPDCCH de acuerdo con esta divulgación.

### **Modo para la invención**

15 Las figuras 1 a 16, analizadas a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente divulgación en el presente documento de patente son a modo de ilustración únicamente y no deberían interpretarse de ninguna forma para limitar el ámbito de la divulgación. Los expertos en la materia entenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier sistema de comunicación inalámbrico dispuesto adecuadamente.

20 Los siguientes documentos y descripciones de normas se citan a modo de información: 3GPP TS 36.211 v11.2.0, "E-UTRA, Physical channels and modulation" (REF 1); 3GPP TS 36.212 v11.2.0, "E-UTRA, Multiplexing and Channel coding" (REF 2); 3GPP TS 36.213 v11.2.0, "E-UTRA, Physical Layer Procedures" (REF 3); 3GPP TS 36.321 v11.2.0, "E-UTRA, Medium Access Control (MAC) protocol specification" (REF 4); and 3GPP TS 36.331 v11.2.0, "E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification" (REF 5).

25 Las realizaciones de la presente divulgación se refieren a repeticiones de control o canales de datos para apoyar la comunicación con mejoras de cobertura. Una red de comunicación inalámbrica incluye un enlace descendente (DL) que transmite señales desde puntos de transmisión, tales como estaciones base o NodosB mejorados (eNBs), a UE. La red de comunicación inalámbrica también incluye un enlace ascendente (UL) que transmite señales desde los UE a los puntos de recepción, tales como eNBs.

30 La figura 1 ilustra un ejemplo de red 100 inalámbrica de acuerdo con esta divulgación. La realización de la red 100 inalámbrica que se muestra en la figura 1 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones de la red 100 inalámbrica sin alejarse del ámbito de esta divulgación.

Como se muestra en la figura 1, la red 100 inalámbrica incluye un eNB 101, un eNB 102 y un eNB 103. El eNB 101 se comunica con el eNB 102 y el eNB 103. El eNB 101 también se comunica con al menos una red 130 de Protocolo de Internet (IP), tal como Internet, una red IP patentada u otra red de datos.

35 Dependiendo del tipo de red, se pueden usar otros términos bien conocidos en lugar de "eNodeB" o "eNB" como "estación base" o "punto de acceso". Por conveniencia, los términos "eNodeB" y "eNB" se utilizan en este documento de patente para referirse a componentes de infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a terminales remotas. Asimismo, dependiendo del tipo de red, se pueden usar otros términos bien conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico" o "dispositivo de usuario". Un UE, puede ser fijo o móvil y puede ser un teléfono celular, un dispositivo de ordenador personal y similares. Por conveniencia, los términos "equipo de usuario" y "UE" se utilizan en este documento de patente para referirse a equipos inalámbricos remotos que acceden de forma inalámbrica a un eNB, si el UE es un dispositivo móvil (como un teléfono móvil o un teléfono inteligente) o si normalmente se considera un dispositivo estacionario (como un ordenador de escritorio o una máquina expendedora).

40 El eNB 102 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130 a una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro del área 120 de cobertura del eNB 102. La segunda pluralidad de UE incluye un UE 111, que puede estar ubicado en una pequeña empresa (SB); un UE 112, que puede ubicarse en una empresa (E); un UE 113, que puede ubicarse en un punto de acceso WiFi (HS); un UE 114, que puede ubicarse en una primera residencia (R); un UE 115, que puede ubicarse en una segunda residencia (R); y un UE 116, que puede ser un dispositivo móvil (M) como un teléfono celular, un portátil inalámbrico, un PDA inalámbrico o similar. El eNB 103 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130 a una segunda pluralidad de UE dentro del área 125 de cobertura del eNB 103. La segunda pluralidad de UE incluye el UE 115 y el UE 116. En algunas realizaciones, uno o más de los eNB 101-103 pueden comunicarse entre sí y con los UE 111-116 utilizando 5G, LTE, LTE-A, WiMAX u otras técnicas avanzadas de comunicación inalámbrica.

55 Las líneas punteadas muestran las extensiones aproximadas de las áreas 120 y 125 de cobertura, que se muestran como aproximadamente circulares solo con fines ilustrativos y explicativos. Debe entenderse claramente que las áreas de cobertura asociadas con los eNB, como las áreas 120 y 125 de cobertura, puede tener otras formas, incluyendo

formas irregulares, dependiendo de la configuración de los eNB y las variaciones en el entorno de radio asociadas con obstrucciones naturales y artificiales.

5 Como se describe con más detalle a continuación, varios componentes de la red 100 (tales como los eNB 101-103 y/o los UE 111-116) soportan la adaptación de la dirección de comunicación en la red 100. Los eNB 101-103 pueden proporcionar mejoras de cobertura para canales de control o de datos. Uno o más de los eNBs 101-103 están configurados para soportar operaciones para determinar la temporización para la transmisión o recepción de señalización en un modo de cobertura mejorada.

10 Aunque la figura 1 ilustra un ejemplo de una red 100 inalámbrica, se podrían hacer varios cambios a la figura 1. Por ejemplo, la red 100 inalámbrica podría incluir cualquier número de eNB y cualquier número de UE en cualquier disposición adecuada. Asimismo, el eNB 101 podría comunicarse directamente con cualquier número de UE y proporcionar a esos UE acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130. De manera similar, cada eNB 102-103 podría comunicarse directamente con la red 130 y proporcionar a los UE acceso directo de banda ancha inalámbrica a la red 130. Adicionalmente, el eNB 101, 102 y/o 103 podrían proporcionar acceso a otras redes externas o adicionales, como redes telefónicas externas u otros tipos de redes de datos.

15 La figura 2 ilustra un ejemplo de UE 114 de acuerdo con esta divulgación. La realización del UE 114 que se muestra en la figura 2 es solo para ilustración, y los otros UE en la figura 1 podrían tener la misma configuración o una similar. Sin embargo, los UE vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la figura 2 no limita el ámbito de esta divulgación a ninguna implementación particular de un UE.

20 Como se muestra en la figura 2, el UE 114 incluye una antena 205, un transceptor 210 de radiofrecuencia (RF), circuitería 215 de procesamiento (TX) de transmisión, un micrófono 220 y circuitería 225 de procesamiento de recepción (RX). El UE 114 también incluye un altavoz 230, un procesador 240 principal, una interfaz (IF) 245 de entrada/salida (E/S), un teclado 250, un visualizador 255 y una memoria 260. La memoria 260 incluye un programa 261 básico del sistema operativo (OS) y una o más aplicaciones 262.

25 El transceptor 210 RF recibe, desde la antena 205, una señal de RF entrante transmitida por un eNB u otro UE. El transceptor 210 RF convierte descendentemente la señal de RF entrante para producir una señal de frecuencia intermedia (IF) o de banda base. La señal IF o de banda base se envía a la circuitería 225 de procesamiento RX, que genera una señal de banda base procesada mediante filtrado, decodificación y/o digitalización de la banda base o señal IF. La circuitería 225 de procesamiento de receptor (RX) transmite la señal de banda base procesada al altavoz 230 (es decir, datos de voz) o al procesador 240 principal para procesamiento adicional (por ejemplo, navegación web).

30 La circuitería 215 de procesamiento TX recibe datos de voz analógicos o digitales desde el micrófono 220 u otros datos de banda base salientes (como datos web, correo electrónico o datos de videojuegos interactivos) del procesador 240 principal. La circuitería 215 de procesamiento TX codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base salientes para producir una señal de banda base o IF procesada. El transceptor 210 de RF recibe la señal de banda base o IF procesada saliente de la circuitería 215 de procesamiento TX y convierte la señal de banda base o IF a una señal de RF que se transmite a través de la antena 205.

35 El procesador 240 principal puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y puede ejecutar el programa 261 básico del sistema operativo almacenado en la memoria 260 para controlar la operación general del UE 114. Por ejemplo, el procesador 240 principal podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso por el transceptor 210 de RF, la circuitería 225 de procesamiento RX, y la circuitería 215 de procesamiento TX de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador 240 principal incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

40 El procesador 240 principal también es capaz de ejecutar otros procesos y programas residentes en la memoria 260, tales como operaciones en apoyo de operaciones para determinar la temporización para la transmisión o recepción de señalización en un modo de cobertura mejorada. El procesador 240 principal puede mover datos dentro o fuera de la memoria 260, según se requiera por un procedimiento de ejecución. En algunas realizaciones, el procesador 240 principal puede operar la pluralidad de aplicaciones 262 a base del programa 261 de OS o en respuesta a señales recibidas desde eNB, otros UE o un operador. El procesador 240 principal también se acopla a la interfaz 245 de E/S, que proporciona al UE 114 con la capacidad de conectarse a otros dispositivos tal como ordenadores portátiles y ordenadores de bolsillo. La interfaz 245 de E/S es la trayectoria de comunicación entre los accesorios y el controlador 240 principal.

45 El procesador 240 principal también se acopla al teclado 250 y a la unidad 255 de visualización. El operador de UE 114 usa el teclado 250 para introducir datos en el UE 114. El visualizador 255 puede ser una pantalla de cristal líquido capaz de representar texto y/o al menos gráficos limitados, tales como de sitios web. La pantalla 255 también podría representar una pantalla táctil.

50 La memoria 260 se acopla al procesador 240 principal. Parte de la memoria 260 podría incluir una memoria de control o señalización de datos (RAM), y otra parte de la memoria 260 podría incluir una memoria Flash u otra memoria de solo lectura (ROM).

Como se describe con más detalle a continuación, las rutas de transmisión y recepción del UE 114 (implementado usando el transceptor 210 RF, la circuitería 215 de procesamiento TX y/o la circuitería de procesamiento RX 225) admiten la transmisión y/o recepción de canales de control o datos en un modo normal o en un modo de cobertura mejorada.

5 Aunque la figura 2 ilustra un ejemplo de UE 114, se podrían hacer varios cambios a la figura 2. Por ejemplo, varios componentes en la figura 2 podrían combinarse, subdividirse u omitirse adicionalmente y se podrían agregar componentes adicionales de acuerdo a las necesidades particulares. Como un ejemplo particular, el procesador 240 principal podría dividirse en múltiples procesadores, como una o más unidades de procesamiento central (CPU) y una o más unidades de procesamiento de gráficos (GPU). Asimismo, mientras que la figura 2 ilustra el UE 114 configurado como un teléfono móvil o teléfono inteligente, Los UE podrían configurarse para operar como otros tipos de dispositivos móviles o estacionarios. Además, varios componentes en la figura 2 podrían replicarse, como cuando se utilizan diferentes componentes de RF para comunicarse con los eNB 101-103 y con otros UE.

10 La figura 3 ilustra un ejemplo eNB 102 de acuerdo con esta divulgación. La realización del eNB 102 que se muestra en la figura 3 es solo para ilustración, y otros eNB de la figura 1 podrían tener la misma configuración o una similar. Sin embargo, los eNB vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la figura 3 no limita el ámbito de esta divulgación a ninguna implementación particular de un eNB.

15 Como se muestra en la figura 3, el eNB 102 incluye múltiples antenas 305a-305n, múltiples transceptores 310a-310n RF, circuitería 315 de procesamiento de transmisión (TX) y circuitería 320 de procesamiento de recepción (RX). El eNB 102 también incluye un controlador/procesador 325, una memoria 330 y una interfaz 335 de red de retorno o de red.

20 Los transceptores 310a-310n RF reciben, de las antenas 305a-305n, señales entrantes de RF, tales como señales transmitidas por UE u otros eNB. Los transceptores 310a-310n RF convierten a la baja las señales RF entrantes para generar señales IF o de banda base. Las señales IF o de banda base se envían a la circuitería 320 de procesamiento RX, que genera señales de banda base procesadas mediante filtrado, decodificación y/o digitalización de la banda base o señales IF. La circuitería 320 de procesamiento RX transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 325 para su posterior procesamiento.

25 La circuitería 315 de procesamiento TX recibe datos analógicos o digitales (como datos de voz, datos web, correo electrónico o datos de videojuegos interactivos) del controlador/procesador 325. La circuitería 315 de procesamiento TX codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base salientes para producir una señal de banda base o IF procesada. Los transceptores 310a-310n RF reciben la banda base procesada saliente o las señales IF de la circuitería 315 de procesamiento TX y convierte las señales de banda base o IF a señales RF que se transmiten a través de las antenas 305a-305n.

30 El controlador/procesador 325 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento que controlan la operación general del eNB 102. Por ejemplo, el controlador/procesador 325 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso por los transceptores 310a-310n RF, la circuitería 320 de procesamiento RX, y la circuitería 315 de procesamiento TX de acuerdo con principios bien conocidos. El controlador/procesador 325 también podría soportar funciones adicionales, como funciones de comunicación inalámbricas más avanzadas. Por ejemplo, el controlador/procesador 325 podría soportar operaciones de formación de haz o direccionamiento direccional en las que las señales salientes de múltiples antenas 305a-305n se ponderan de manera diferente para dirigir efectivamente las señales salientes en una dirección deseada. Cualquiera de una amplia variedad de otras funciones podría ser soportada en el eNB 102 por el controlador/procesador 325. En algunas realizaciones, el controlador/procesador 325 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

35 El controlador/procesador 325 también es capaz de ejecutar programas y otros procesos residentes en la memoria 330, como un OS básico y operaciones para soportar la determinación del tiempo para la transmisión o recepción de señalización en un modo de cobertura mejorada. El controlador/procesador 325 principal puede mover datos dentro o fuera de la memoria 330, según se requiera por un procedimiento de ejecución.

40 El controlador/procesador 325 también está acoplado a la interfaz 335 de red de retorno o de red. La interfaz 335 de red de retorno o de red permite que el eNB 102 se comunique con otros dispositivos o sistemas a través de una conexión de red de retorno o a través de una red. La interfaz 335 podría soportar comunicaciones a través de cualquier conexión(es) por cable o inalámbrica adecuada. Por ejemplo, cuando el eNB 102 se implementa como parte de un sistema de comunicación celular (como uno que admite 5G, LTE o LTE-A), la interfaz 335 podría permitir que el eNB 102 se comunique con otros eNB a través de una conexión de red de retorno por cable o inalámbrica. Cuando el eNB 102 se implementa como un punto de acceso, la interfaz 335 podría permitir que el eNB 102 se comunique a través de una red de área local por cable o inalámbrica o mediante una conexión por cable o inalámbrica a una red más grande (como Internet). La interfaz 335 incluye cualquier estructura adecuada que soporte las comunicaciones a través de una conexión por cable o inalámbrica, como un transceptor Ethernet o RF.

45 La memoria 330 está acoplada al controlador/procesador 325. Parte de la memoria 330 podría incluir una RAM, y otra parte de la memoria 330 podría incluir una memoria Flash u otra ROM.

Como se describe con más detalle a continuación, las rutas de transmisión y recepción del eNB 102 (implementado usando los transceptores 310a-310n RF, La circuitería 315 de procesamiento TX y/o la circuitería 320 de procesamiento RX) admiten la transmisión y/o recepción de canales de control o datos en un modo normal o en un modo de cobertura mejorada.

5 Aunque la figura 3 ilustra un ejemplo de un eNB 102, se podrían hacer varios cambios a la figura 3. Por ejemplo, el eNB 102 podría incluir cualquier número de cada componente mostrado en la figura 3. Como un ejemplo particular, un punto de acceso podría incluir varias interfaces 335, y el controlador/procesador 325 podría soportar funciones de enrutamiento para enrutar datos entre diferentes direcciones de red. Como otro ejemplo particular, Si bien se muestra como una sola instancia de circuitería 315 de procesamiento TX y una sola instancia de circuitería 320 de procesamiento RX, el eNB 102 podría incluir múltiples instancias de cada una (como una por transceptor RF).

15 En algunas redes inalámbricas, las señales DL incluyen señales de datos que transmiten contenido de información, señales de control que transmiten información de control de DL (DCI) y señales de referencia (RS), que también se conocen como señales piloto. Un eNB, como eNB 012, puede transmitir señales DL utilizando multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). El eNB 102 puede transmitir información de datos a través de canales físicos compartidos DL (PDSCH). El eNB 102 puede transmitir DCI a través de canales de control físicos DL (PDCCH) o mediante PDCCH mejorado (EPDCCH) ? ver también REF 1. El eNB 102 puede transmitir uno o más de múltiples tipos de RS, incluyendo un UE-Común RS (CRS), un RS de información del estado del canal (CSI-RS) y un RS de desmodulación (DMRS) ? ver también REF 1. Un CRS puede transmitirse a través de un ancho de banda (BW) del sistema DL y puede ser utilizado por los UE, tal como un UE 114, para demodular datos o señales de control o para realizar mediciones. Para reducir la sobrecarga de CRS, el eNB 102 puede transmitir un CSI-RS con una densidad menor en el dominio de tiempo o frecuencia que un CRS. Para las mediciones de interferencia (IM), se pueden utilizar los recursos CSI-IM asociados con un CSI-RS de potencia cero (ZP CSI-RS). El UE 114 puede determinar los parámetros de transmisión CSI-RS a través de la señalización de capa superior, como la señalización de control de recursos de radio (RRC) (ver también REF 5) del eNB 102. El DMRS se transmite solo en el BW de un PDSCH o EPDCCH respectivo, y el UE 114 puede usar el DMRS para demodular información en un PDSCH o EPDCCH. Una transmisión PDSCH o EPDCCH puede estar en una subtrama DL (SF). Un SF es parte de una trama que incluye diez SF. Una trama se identifica mediante un Número de trama del sistema que va de 0 a 1023 (y puede representarse con 20 elementos binarios). Un SF incluye dos ranuras.

25 La figura 4 ilustra una estructura de ejemplo para un DL SF de acuerdo con esta divulgación. La realización de la estructura DL SF mostrada en la figura 4 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones sin alejarse del ámbito de la presente divulgación.

30 Un DL SF 410 incluye dos ranuras 420 y un total de  $N_{\text{simb}}^{\text{DL}}$  símbolos para transmitir información de datos y DCI. Los primeros  $M_{\text{simb}}^{\text{DL}}$  símbolos SF se utilizan para eNB 102 para transmitir PDCCH y otros canales 430 de control (no mostrados). Los restantes  $N_{\text{simb}}^{\text{DL}} - M_{\text{simb}}^{\text{DL}}$  símbolos SF se utilizan principalmente para eNB 102 para transmitir PDSCH 440, 442, 444, 446 y 448 o EPDCCH 450, 452, 454 y 456. Un BW de transmisión que consiste en unidades de recursos de frecuencia denominadas Bloques de recursos (RB). Un RB que consiste en un número de subportadoras, o Elementos de Recurso (RE). Al UE 114 se le pueden asignar  $M_{\text{PDSCH}} \text{ RB}$  para un total de  $M_{\text{sc}}^{\text{PDSCH}} = M_{\text{PDSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  RE para la transmisión PDSCH BW. Una transmisión EPDCCH puede ubicarse en un RB o en múltiples RB.

40 Las señales UL también incluyen señales de datos que transmiten contenido de información, señales de control que transmiten información de control UL (UCI) y RS. El UE 114 transmite información de datos o UCI a través de un canal compartido físico UL respectivo (PUSCH) o un canal de control físico UL (PUCCH). Si el UE 114 transmite simultáneamente información de datos y UCI, el UE 114 puede multiplexar tanto la información de datos como la UCI en un PUSCH. La UCI incluye información de confirmación de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ-ACK), indicando la detección correcta o incorrecta de bloques de transporte de datos (TB) en un PDSCH, solicitud de programación (SR) que indica si un UE tiene datos en su memoria intermedia y la información de estado del canal (CSI) que permite al eNB 102 seleccionar los parámetros apropiados para las transmisiones PDSCH al UE 114. La información de HARQ-ACK incluye un acuse de recibo positivo (ACK) en respuesta a una correcta (E)PDCCH o detección de TB de datos, un acuse de recibo negativo (NACK) en respuesta a una detección incorrecta de TB de datos y la ausencia de una detección (E)PDCCH (DTX) que puede ser implícita (es decir, el UE 114 no transmite una señal HARQ-ACK) o explícito si el UE 114 puede identificar (E)PDCCH perdidos por otros medios (también es posible representar NACK y DTX con el mismo estado NACK/DTX). El UL RS incluye DMRS y Sondeo RS (SRS) ? ver también REF 1. El UE 114 transmite DMRS solo en un BW de un PUSCH o PUCCH respectivo y el eNB 102 puede usar un DMRS para demodular información en un PUSCH o PUCCH.

55 La DCI puede servir para varios fines (ver también REF 2). Un formato DCI en un (E)PDCCH respectivo puede programar una transmisión PDSCH o PUSCH que transmite información de datos hacia o desde el UE 114, respectivamente. El UE 114 supervisa un formato DCI 1A para la programación PDSCH y un formato DCI 0 para la programación PUSCH. Estos dos formatos DCI están diseñados para tener siempre el mismo tamaño y se denominan conjuntamente Formato DCI 0/1 A. Otro formato DCI, Formato DCI 1C, en un respectivo (E)PDCCH puede programar

un PDSCH que proporcione información del sistema (SI) a un grupo de UE para parámetros de configuración de red, o una respuesta a un acceso aleatorio (RA) por UE, o paginación de información a un grupo de UE, y etc. Otro formato DCI, el formato DCI 3 o el formato DCI 3A (en conjunto denominado formato DCI 3/3A) puede proporcionar a un grupo de comandos de Control de Potencia de Transmisión (TPC) de UE para transmisiones de PUSCH o PUCCH respectivos.

Un formato DCI incluye bits de verificación de redundancia cíclica (CRC) para que el UE 114 confirme una detección correcta. Un tipo de formato DCI se identifica mediante un Identificador temporal de red de radio (RNTI) que codifica los bits CRC. Para un formato DCI que programa un PDSCH o un PUSCH solo para un UE 114 (programación de unidifusión), El RNTI es un RNTI celular (C-RNTI). Para programación PDSCH o PUSCH de programación semipersistente (SPS), el RNTI es un SPS-RNTI. Para un formato DCI que programa un PDSCH que transporta SI a un grupo de UE (programación de difusión), el RNTI es un SI-RNTI. Para un formato DCI que programa un PDSCH que proporciona una respuesta a un RA de un grupo de UE, el RNTI es un RA-RNTI. Para un formato DCI que programa un PDSCH que busca un grupo de UE, el RNTI es un P-RNTI. Para un formato DCI que proporciona comandos TPC a un grupo de UE, el RNTI es un TPC-RNTI. Cada tipo de RNTI está configurado para un UE a través de la señalización de capa superior (y el C-RNTI es único para cada UE).

El eNB 102 codifica y transmite por separado un formato DCI al UE 114 en un EPDCCH respectivo. Para evitar que una transmisión EPDCCH al UE 114 bloquee una transmisión EPDCCH a otro UE, tal como un UE 115, una ubicación de cada transmisión EPDCCH en el dominio de frecuencia de tiempo de una región de control DL no es única y, en consecuencia, El UE 114 necesita realizar múltiples operaciones de decodificación para determinar si hay un EPDCCH destinado para él de acuerdo con un espacio de búsqueda EPDCCH (véase también REF 3). Los RE que llevan un EPDCCH se agrupan en elementos de canal de control mejorado (ECCE) en el dominio lógico. Para un número dado de bits de formato DCI, una serie de ECCE para un EPDCCH respectivo depende de una tasa de codificación de canal (se supone la codificación de desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) como el esquema de modulación) necesaria para lograr una confiabilidad de detección de EPDCCH deseada, como una Tasa de error de bloque (BLER) deseada. El eNB 102 puede usar una menor tasa de codificación de canal (es decir, más ECCE) para transmitir PDCCH al UE que experimenta una baja Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) de DL en comparación con cuando el UE está experimentando una alta SINR de DL. Los niveles de agregación de ECCE pueden consistir, por ejemplo, 1, 2, 4, 8, 16 y posiblemente 32 ECCE dependiendo del tamaño de un conjunto RB asignado a un UE para la recepción de EPDCCH (véase también REF 3).

Para un procedimiento de decodificación EPDCCH, el UE 114 determina un espacio de búsqueda para las transmisiones de EPDCCH candidatas en una región de control de DL después de que restaura los ECCE en el dominio lógico de acuerdo con un conjunto común de ECCE de UE, si alguna, (Espacio de búsqueda común o CSS) y de acuerdo con un conjunto de ECCE dedicados por UE (UE-Espacio de búsqueda dedicado o UE-DSS). Se puede usar un CSS para transmitir formatos DCI asociados con información de control común de UE y usar un SI-RNTI, un P-RNTI, un TPC-RNTI, y así sucesivamente, codificar los respectivos CRC. Un UE-DSS puede usarse para transmitir formatos DCI asociados con información de control específica de UE y usar los respectivos C-RNTI o SPS-C-RNTI para codificar los respectivos CRC. Los EPDCCH que transportan los formatos DCI 0/1A se pueden transmitir tanto en CSS como en UE-DSS.

La figura 5 ilustra un procedimiento de codificación para un formato de DCI de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La realización del procedimiento de codificación mostrada en la figura 5 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones sin alejarse del ámbito de la presente divulgación.

El eNB 102, codifica y transmite de forma separada cada formato de DCI en un respectivo EPDCCH. Un RNTI para UE 114, para el que está destinado un formato DCI, enmascara una CRC de una palabra de código de formato DCI para permitir que el UE 114 identifique que un formato DCI particular está destinado al UE 114. La CRC 510 de bits de formato de DCI (no codificados) se calcula usando una operación 520 de cálculo de CRC, y la CRC se enmascara a continuación usando una operación 525 exclusiva O (XOR) entre CRC y RNTI 530 bits (véase también REF 2). La operación 525 XOR se define como: XOR (0,0) = 0, XOR (0,1) = 1, XOR (1,0) = 1, XOR (1,1) = 0. Los bits de CRC enmascarados se añaden a los bits de información de formato DCI usando una operación 540 de adición de CRC, la codificación de canal se realiza utilizando una operación 550 de codificación de canal (como una operación que utiliza un código convolucional con mordida de cola), seguido por la coincidencia 560 de tasa, aleatorizando con una secuencia 570 de aleatorización específica de UE (otra operación XOR), la modulación 580 usando, por ejemplo, QPSK, y los símbolos modulados del formato DCI codificado se asignan a RE 590 (véase también REF 1), y la señal 595 de control de salida se transmite en un EPD-CCH. En el presente ejemplo, tanto una CRC y un RNTI incluyen 16 bits.

La figura 6 ilustra un procedimiento de decodificación para un formato de DCI de acuerdo con esta divulgación. La realización del procedimiento de decodificación mostrado en la figura 6 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones sin alejarse del ámbito de la presente divulgación.

El UE 114 recibe RE para una señal 605 de control en un EPDCCH, desasigna los RE 610 de acuerdo con un espacio de búsqueda para ubicaciones de ECCE de un candidato a EPDCCH, y demodula los símbolos recibidos de un supuesto formato 620 DCI. Los símbolos demodulados se descifran posteriormente aplicando una operación XOR con



un conjugado complejo de una secuencia de codificación específica de UE 630. Se restablece 640 una coincidencia de tasa aplicada en el eNB 102 transmisor seguido de decodificación de canal tal como decodificación 650 convolucional. Después de decodificar, el UE 114 obtiene los bits 665 de formato DCI después de extraer los bits 660 CRC que luego se desenmascaran 670 aplicando la operación XOR con un RNTI asociado con el formato 670 DCI. Finalmente, el UE 114 realiza una verificación 680 de CRC. Si la verificación CRC es positiva y el contenido del formato DCI es válido, el UE 114 determina que el formato DCI es válido y determina los parámetros para la recepción PDSCH o la transmisión PUSCH; en caso contrario, el UE 114 ignora el supuesto formato DCI.

Los UE de bajo coste, como los UE de comunicación de tipo máquina (MTC), normalmente requieren un bajo consumo de potencia operacional y se espera que se comuniquen con transmisiones de ráfaga pequeña poco frecuentes. Además, los UE de bajo coste se pueden implementar en el interior de edificios o, generalmente, en ubicaciones que experimentan pérdidas de penetración significativamente mayores que los UE convencionales y pueden requerir mejoras de cobertura significativas en relación con una huella de cobertura celular convencional. En escenarios de cobertura extrema, los UE de bajo coste pueden tener características como una tasa de datos muy baja, gran tolerancia al retraso y movilidad limitada, potencialmente capaz de operar sin algunos mensajes/canales. Las funcionalidades del sistema requeridas para UE de bajo coste en un modo operativo de cobertura mejorada pueden incluir sincronización, búsqueda celular, control de potencia, procedimiento de acceso aleatorio, para la estimación del canal, informes de medición y transmisión de datos DL/UL (incluida la asignación de recursos DL/UL). No todos los UE de bajo coste requieren mejoras en la cobertura o requieren la misma cantidad de mejoras en la cobertura. Además, en diferentes escenarios de implementación, una mejora de cobertura requerida puede ser diferente para diferentes eNB, por ejemplo, dependiendo de una potencia de transmisión eNB o un tamaño de celda asociado o número de antenas receptoras, así como para diferentes UE de bajo coste, por ejemplo, dependiendo de la ubicación de un UE de bajo coste.

Una forma convencional de soportar una cobertura mejorada es repetir las transmisiones de señales en un dominio de tiempo o en un dominio de frecuencia. Por lo tanto, como las mejoras en la cobertura de los canales físicos consumen recursos y potencia adicionales y, en consecuencia, reducen la eficiencia espectral y reducen la duración de la batería del UE, es beneficioso permitir ajustes adecuados de los recursos de acuerdo con un nivel de mejora de cobertura requerido.

Para minimizar el consumo de potencia de un UE que opera en un modo de cobertura mejorada, el control o la transmisión de señalización de datos a dicho UE puede ocupar todos los RB que el UE es capaz de recibir. Por ejemplo, para un UE de bajo coste que opera en un modo de cobertura mejorada y es capaz de un ancho de banda de recepción máximo de 6 RB en una instancia de tiempo dada, una repetición EPDCCH o una repetición PDSCH puede ocupar los 6 RB para minimizar una cantidad de repeticiones (subtramas) que el UE necesita recibir para detectar, respectivamente, un formato DCI o un bloque de transporte de datos.

Un eNB, tal como el eNB 102, no puede saber con precisión precisa un nivel de mejora de cobertura requerido para un UE, como UE 114, y como potencia que el eNB tiene disponible para transmitir repeticiones EPDCCH o repeticiones PDSCH puede variar en el tiempo, las realizaciones de la presente divulgación ilustran que es beneficioso configurar el UE para monitorizar EPDCCH o PDSCH para niveles de repetición múltiples. Esto puede proporcionar flexibilidad al eNB para optimizar el uso de los recursos de potencia y ancho de banda y, en consecuencia, ajustar una serie de repeticiones para una transmisión EPDCCH o para una transmisión PDSCH al UE. Usando un número adaptativo de repeticiones para una transmisión EPDCCH, transmitir un formato DCI que programa una recepción PDSCH al UE o una transmisión PUSCH desde el UE, requiere medios para permitir que el eNB y el UE tengan la misma comprensión de varias repeticiones que el eNB usó para transmitir el EPDCCH porque, en caso contrario, el UE puede intentar recibir PDSCH o transmitir PUSCH en subtramas respectivas incorrectas. Similar, utilizando un número adaptativo de repeticiones para una transmisión PDSCH, requiere medios para permitir que el eNB y el UE tengan la misma comprensión para una serie de repeticiones que el eNB usó para transmitir el PDSCH para que el UE transmita la señalización HARQ-ACK en respuesta a una recepción PDSCH en las mismas subtramas como lo esperaba el eNB. Adicionalmente, para un UE de bajo coste que no puede recibir simultáneamente múltiples PD-SCH o transmitir múltiples PUSCH, Es beneficioso para una red evitar la transmisión de EPDCCH que conducirían a tales eventos.

Las realizaciones de esta divulgación permiten la adaptación para varias repeticiones para una transmisión EPDCCH o una transmisión PDCCH desde un eNB a un UE. Las realizaciones de esta divulgación también proporcionan mecanismos para que un eNB indique implícita o explícitamente a un UE varias repeticiones, para un conjunto de números candidatos de repeticiones que un eNB configura para el UE, para una transmisión EPDCCH o PDSCH y para que el UE determine el número de repeticiones. Adicionalmente, las realizaciones de esta divulgación proporcionan mecanismos para que un UE determine una primera subtrama para una recepción de un PDSCH o para una transmisión de un PUSCH programada por un formato DCI transmitido por un EPDCCH que es transmitido por un eNB usando un primer número de repeticiones cuando el UE detecta el formato DCI utilizando un segundo número de repeticiones que es menor que el primer número de repeticiones. Las realizaciones de esta divulgación proporcionan además mecanismos para que un UE determine una primera subtrama para una transmisión de una señal HARQ-ACK en respuesta a la detección de un formato DCI en un EPDCCH o un bloque de transporte de datos en un PDSCH programado por el formato DCI cuando el EPDCCH o el PDSCH, respectivamente, se transmiten con repeticiones. Las realizaciones de esta divulgación también proporcionan mecanismos para que un eNB transmita y para que un UE reciba repeticiones de una transmisión EPDCCH o una transmisión PDSCH usando salto de frecuencia.

Adicionalmente, las realizaciones de esta divulgación proporcionan mecanismos para que un UE informe a un eNB para ajustar una serie de repeticiones para una transmisión EPDCCH o PDSCH al UE. Las realizaciones de esta divulgación proporcionan además una correspondencia para un bloque de símbolos de formato DCI o de símbolos de bloque de transporte de datos a elementos de recursos de subtramas con repeticiones de una transmisión EPDCCH o PDSCH respectiva.

Las siguientes realizaciones no se limitan a UE de bajo coste y pueden aplicarse a cualquier tipo de UE que requiera una mejora en la cobertura más allá de una cobertura respaldada por una operación convencional. Más aún, aunque las descripciones consideran estructuras SF con símbolos que tienen un Prefijo Cíclico (CP) normal, también son aplicables para estructuras SF con símbolos que tienen un CP extendido (ver también REF 1).

Un UE, tal como un UE 114, puede ser configurado por un eNB, como eNB 102 que usa señalización de capa superior como señalización RRC, con múltiples números de repeticiones para una transmisión EPDCCH y con múltiples números de repeticiones para una transmisión PDSCH. El eNB puede elegir uno de los múltiples números de repeticiones respectivos para transmitir un EPDCCH o un PDSCH al UE. Por ejemplo, como el eNB no puede conocer con precisión exacta un nivel de mejora de cobertura requerido para el UE, entonces, para un nivel de mejora de cobertura estimado de 6 dB, el eNB puede configurar el UE para monitorear transmisiones EPDCCH que tengan 4 u 8 repeticiones (el UE decodifica candidatos EPDCCH para 4 y 8 repeticiones). Por ejemplo, como el eNB puede no ser capaz de predecir la potencia disponible para las repeticiones de una transmisión EPDCCH o PDSCH al UE, el eNB puede asumir una disponibilidad de potencia mínima (en el peor de los casos) y configurar el UE con un número máximo de repeticiones para una transmisión EPDCCH o PDSCH mientras que, para una transmisión particular de EPDCCH o PDSCH, el eNB puede tener una potencia disponible mayor que la mínima y luego puede transmitir el EPDCCH o el PDSCH utilizando un número menor de repeticiones que la máxima.

Las realizaciones de la presente divulgación consideran que la temporización (subtrama de inicio) para que un UE reciba un PDSCH o transmita un PUSCH programado por un formato DCI transmitido por un EPDCCH que se transmite de acuerdo con varias repeticiones, de un conjunto de números de repeticiones que el eNB configura para el UE, se determina a partir del número de repeticiones o se determina mediante un número máximo de repeticiones configuradas para el UE por el eNB. Las realizaciones de la presente divulgación consideran además que la temporización (subtrama de inicio) para que un UE transmita la señalización HARQ-ACK está determinada por un número máximo de repeticiones PDSCH configuradas en el UE por el eNB, o determinado por un número de repeticiones en las que eNB transmite PDSCH según el número de repeticiones, si el número de repeticiones se indica explícitamente mediante un formato DCI que programa el PDSCH o si el UE transmite la señalización HARQ-ACK solo en el caso de un ACK para el bloque de transporte de datos transportado por el PDSCH (y el UE no transmite la señalización HARQ-ACK en caso de un NACK para el bloque de transporte de datos transportado por el PDSCH).

Caso 1: El UE determina la subtrama inicial para una recepción PDSCH o para una transmisión PUSCH en función de varias repeticiones, de un conjunto de números de repeticiones, para una transmisión EPDCCH que transmite un formato DCI que programa el PDSCH o el PUSCH. El UE determina la subtrama inicial para transmitir la señalización HARQ-ACK ya sea desde un número máximo de repeticiones PDSCH configuradas al UE por el eNB, o desde varias repeticiones, en las que el eNB transmite el PDSCH de acuerdo con el número de repeticiones, si el número de repeticiones se indica explícitamente mediante un formato DCI que programa el PDSCH o si el UE transmite la señalización HARQ-ACK solo en el caso de un ACK para el bloque de transporte de datos transportado por el PDSCH.

En lo siguiente, para dos números de repeticiones de una transmisión EPDCCH (o PDSCH),  $N_1$  y  $N_2 > N_1$ , un eNB transmite un EPDCCH (o PDSCH) de acuerdo con  $N_1$  repeticiones si el eNB realmente transmite el EPDCCH (o PDSCH) en  $N_1$  o menos repeticiones. El eNB también transmite un EPDCCH (o PDSCH) de acuerdo con las repeticiones de  $N_2$  si el eNB realmente transmite el EPDCCH (o PDSCH) en más de  $N_1$  pero menos o igual a  $N_2$  repeticiones.

Si un eNB, tal como el eNB 102, configura a un UE, tal como UE 114 que usa, por ejemplo, señalización de capa superior tal como señalización RRC, un conjunto de números de repeticiones para una transmisión EPDCCH o un conjunto de números de repeticiones para una transmisión PDSCH, el UE determina varias repeticiones, del conjunto de números de repeticiones, en el que el eNB transmitió el EPDCCH o el PDSCH de acuerdo con el número de repeticiones, respectivamente. El UE determina una subtrama inicial para una recepción PD-SCH o una transmisión PUSCH programada por un formato DCI transmitido por la transmisión EPDCCH en función del número de repeticiones que determina el UE para la transmisión EPDCCH. El UE determina una subtrama inicial para una transmisión PUSCH para la señalización HARQ-ACK en respuesta al formato DCI que el UE detecta en función del número de repeticiones que determina el UE para la transmisión EPDCCH, en caso de que el formato DCI transmita una liberación SPS, o en función del número de repeticiones que el UE determina para la transmisión PDSCH en caso de que el formato DCI programe un bloque de transporte de datos en el PDSCH; en caso contrario, si el UE no puede determinar de manera confiable el número de repeticiones, el UE determina la subtrama inicial para la transmisión PUSCH en función del número máximo configurado de repeticiones PDSCH (o repeticiones EPDCCH en caso de liberación de SPS).

Una ventaja de tener múltiples números de repeticiones EPDCCH o PDSCH configuradas por el eNB para el UE es que el eNB puede seleccionar adaptativamente un número de repeticiones para un EPDCCH o una transmisión PDSCH al UE de acuerdo con una potencia de transmisión disponible respectiva. Por ejemplo, si durante las subtramas

para repeticiones de una transmisión EPDCCH el eNB puede determinar que el eNB tendrá potencia adicional disponible en al menos algunas de las subtramas, el eNB puede aumentar la potencia de transmisión para al menos algunas de las repeticiones de la transmisión EPDCCH, por ejemplo por 3 decibelios (dB), y puede usar un número menor de repeticiones, por ejemplo, por un factor de 2 en relación con los que asumen una potencia de transmisión nominal (sin aumento o disminución de potencia), para la transmisión EPDCCH. Por el contrario, si durante las subtramas las repeticiones de una transmisión EPDCCH, el eNB puede determinar que necesitará potencia adicional disponible en al menos algunas de las subtramas para transmitir otra señalización, el eNB puede aumentar la potencia de transmisión para al menos algunas de las repeticiones de la transmisión EPDCCH y puede utilizar un mayor número de repeticiones para transmitir el EPDCCH. Por ejemplo, si la potencia de al menos algunas repeticiones de una transmisión EPDCCH se reduce en 3 dB, el eNB puede usar una cantidad de repeticiones que es mayor en un factor de 2 en relación con la cantidad de repeticiones correspondientes al uso de una potencia de transmisión nominal.

Si el eNB configura el UE para detectar múltiples formatos DCI, se puede configurar un primer número de repeticiones EPDCCH para un primer tamaño de formato DCI y un segundo número de repeticiones EPDCCH para un segundo tamaño de formato DCI. Si el primer tamaño de formato DCI es mayor que el segundo tamaño de formato DCI, el primer número de repeticiones EPDCCH es mayor que el segundo número de repeticiones EPDCCH.

Si el UE determina una subtrama inicial para recibir un PDSCH o para transmitir un PUSCH en función de varias repeticiones, del conjunto configurado de números de repeticiones, para una transmisión EPDCCH que transmite un formato DCI respectivo entonces, para asegurar una misma comprensión entre el UE y el eNB para las subtramas en las que el eNB transmite PDSCH o el UE transmite PUSCH, es necesario que el eNB y el UE comprendan el mismo número de repeticiones para la transmisión EPDCCH. Sin embargo, es posible que el UE pueda detectar el formato DCI con un número diferente de repeticiones, ya sea más pequeño o más grande, que el que el eNB consideró transmitir el respectivo EP-DCCH.

Posteriormente se desvelan varios enfoques para permitir que un eNB y un UE tengan la misma comprensión para varias repeticiones, de un conjunto de números candidatos de repeticiones que el eNB configura para el UE, para una transmisión EPDCCH.

En un primer acercamiento, diferentes secuencias de codificación (o diferentes inicializaciones o patrones de una misma secuencia de codificación, resultando efectivamente en diferentes secuencias de aleatorización) están asociadas con diferentes números candidatos de repeticiones, del conjunto de números candidatos de repeticiones, para una transmisión EPDCCH. Por ejemplo, un eNB puede usar una primera secuencia de aleatorización cuando transmite a un UE un EPDCCH de acuerdo con un primer número  $N_1$  de repeticiones y usar una segunda secuencia de aleatorización cuando transmite al UE un EPDCCH de acuerdo con el segundo número  $N_2 > N_1$  de repeticiones. Por ejemplo, la primera secuencia de aleatorización para el número de repeticiones candidato más pequeño  $N_1$  puede ser la misma que la utilizada para transmitir un EPDCCH sin repeticiones y la segunda secuencia de aleatorización puede ser el opuesto algebraico de la primera secuencia al menos para el primer  $N_1$  del  $N_2$  repeticiones (cada elemento de la primera secuencia se multiplica por -1).

El UE puede usar la primera secuencia de codificación para decodificar un candidato EPDCCH asociado con repeticiones  $N_1$  y utilizar la segunda secuencia de codificación para decodificar un candidato EPDCCH asociado con repeticiones  $N_2 > N_1$ . Si la detección de un formato DCI respectivo es exitosa, el UE puede considerar que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con un número respectivo de repeticiones y el UE posteriormente puede recibir un PDSCH o transmitir un PUSCH en una subtrama determinada a partir del número de repeticiones para la transmisión EPDCCH. Por ejemplo, el UE puede comenzar la recepción PDSCH en la primera o segunda subtrama después de una subtrama para la última repetición a partir del número de repeticiones de la transmisión EPDCCH o puede comenzar la transmisión PUSCH en la cuarta subtrama (para un sistema FDD) después de una subtrama para la última repetición del número de repeticiones de la transmisión EPDCCH. Se observa que el UE puede detectar el formato DCI utilizando la primera o la segunda secuencia de codificación en menos de  $N_1$  o  $N_2$ , respectivamente, repeticiones para una transmisión EPDCCH respectiva pero determina un tiempo para una primera repetición de una transmisión PDSCH o PUSCH basada en  $N_1$  o  $N_2$ , respectivamente. El uso de diferentes secuencias de aleatorización también puede aplicarse en el caso de los respectivos números de repetición diferentes para una transmisión PDSCH.

Las figuras 7a y 7b ilustran una operación de ejemplo para que un UE detecte un formato DCI transmitido por un EPDCCH que se transmite con uno de los dos números de repetición candidatos en el que se aplica una secuencia de aleatorización diferente a los símbolos de formato DCI dependiendo del número candidato de repeticiones. Mientras que el diagrama de flujo muestra una serie de etapas secuenciales, a menos que se indique explícitamente, no debe extraerse ninguna inferencia de esa secuencia con respecto al orden específico de ejecución, ejecución de etapas o porciones de los mismos en serie en lugar de concurrentemente o de manera superpuesta, o la ejecución de las etapas representados exclusivamente sin la ocurrencia de etapas intervinientes o intermedias. El procedimiento representado en el ejemplo representado es implementado por una cadena de transmisor o circuito de procesamiento en, por ejemplo, un UE.

Un UE, tal como un UE 114, recibe una señal de control en el bloque 705 en un EPDCCH y realiza un desmapeado de RE usando un desasignador y una demodulación usando un demodulador en el bloque 710. Los bits resultantes son descodificados por un descodificador utilizando una primera secuencia de aleatorización (secuencia de

5 aleatorización 1) en el bloque 715. Posteriormente, el UE restaura, en el bloque 720, un ajuste de tasa aplicado en un transmisor eNB, como eNB 102, y decodifica un presunto formato DCI por un decodificador, en el bloque 730, después de combinar en el bloque 725 de acuerdo con un número de repeticiones que es menor o igual que el primer número de repeticiones para la transmisión EPDCCH correspondiente a la primera secuencia de aleatorización para un mismo formato DCI. El orden de los bloques 710, 715, 720 y 725 puede intercambiarse y, por ejemplo, el bloque 715 se puede colocar al final. Después de decodificar, el UE separa, en el bloque 735, los bits de información de formato DCI en el bloque 740 y los bits CRC en el bloque 745, y enmascaran los bits CRC aplicando una operación XOR con un RNTI correspondiente al formato DCI que el UE intenta detectar en el bloque 750.

10 Adicionalmente, el UE realiza una prueba CRC en el bloque 755 y determina en el bloque 760 si es positivo. Si la prueba CRC es positiva, el UE determina en el bloque 765 si el supuesto formato DCI es válido. Por ejemplo, si en el formato DCI un valor de bit particular es válido solo cuando '0' pero en el supuesto formato DCI en el bloque 740 es '1', el UE puede considerar el presunto formato DCI, en el bloque 740, como inválido. Si el UE determina el formato DCI detectado, en el bloque 740, como válido, el UE considera, en el bloque 770, que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el primer número de repeticiones correspondientes a la primera secuencia de aleatorización; en caso contrario, el UE puede ignorar el supuesto formato DCI en el bloque 740. En caso contrario, el UE continúa combinando suavemente los símbolos recibidos para el supuesto EPDCCH y los descodifica en el bloque 717, utilizando una segunda secuencia de codificación (secuencia de codificación 2), continúa combinándose, en el bloque 727, recepciones de acuerdo con un segundo número de repeticiones correspondientes a la segunda secuencia de aleatorización, y realiza las operaciones 730 a 765 como se describieron previamente. Si la prueba CRC falla o el supuesto formato DCI se considera inválido, el UE no tiene en cuenta, en el bloque 775, el presunto formato DCI. En caso contrario, el UE considera en el bloque 772, que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el segundo número de repeticiones correspondientes a la segunda secuencia de aleatorización.

15 Aunque en las figuras 7a y 7b, las operaciones de UE para detectar un formato DCI asociado con la segunda secuencia de aleatorización siguen a las de la primera secuencia de aleatorización (por ejemplo, si la segunda secuencia de aleatorización está asociada con un mayor número de repeticiones para una transmisión EPDCCH y una decodificación procedimiento para un primer número, menor, de repeticiones para una transmisión EPDCCH puede completarse en una subtrama anterior), en su lugar, pueden realizarse en paralelo a expensas de la complejidad adicional del UE (descifrado y decodificación paralelos para dos hipótesis). Más aún, cuando el UE detecta un formato DCI, determina una primera subtrama para una recepción PDSCH respectiva o una transmisión PUSCH a partir del número de subtramas según el número de repeticiones, del conjunto configurado de números de repeticiones, para la transmisión EPDCCH que transmite el formato DCI detectado.

25 En un segundo enfoque, Se utilizan diferentes RNTI para un formato DCI para diferentes números de repeticiones para una transmisión EPDCCH. Un primer RNTI puede corresponder a un primer número de repeticiones y un segundo RNTI puede corresponder a un segundo número de repeticiones. Un UE puede usar el primer RNTI para detectar un formato DCI de acuerdo con un primer número candidato de repeticiones para una transmisión EPDCCH y usar el segundo RNTI para detectar un formato DCI de acuerdo con un segundo número candidato de repeticiones para una transmisión EPDCCH. Si se detecta el formato DCI para un RNTI asociado con el primer o el segundo número de repeticiones candidato, el UE determina una primera subtrama para una recepción PDSCH respectiva o una transmisión PUSCH basada en una última subtrama del primer conjunto de subtramas o el segundo conjunto de subtramas correspondientes al primer número de repeticiones o al segundo número de repeticiones, respectivamente.

30 Usar un RNTI diferente puede ser funcionalmente equivalente a usar un mismo RNTI y aplicar una máscara diferente adicional; por ejemplo, suponiendo que una CRC y un RNTI incluyan 16 bits entonces, similar a la selección de antena de transmisión de circuito cerrado como se describe en la REF 3, la operación para los bits RNTI 530 en la figura 5 puede repetirse para una máscara de 16 '0' binario (en la práctica, esto puede omitirse ya que no cambia un RNTI resultante) para indicar un primer número de repeticiones y puede repetirse para una máscara de 15 '0' binario seguido de un '1' binario (efectivamente solo se cambia el último bit RNTI) para indicar un segundo número de repeticiones. Este enfoque también implica que los UE tienen RNTI con el bit más significativo (último bit) que es un '0' binario.

35 Las figuras 8a y 8b ilustran una operación de ejemplo para que un UE decodifique un EPDCCH transmitido con uno de dos posibles números de repetición candidatos utilizando dos RNTI asociados respectivamente con los dos números de repetición candidatos. Mientras que el diagrama de flujo muestra una serie de etapas secuenciales, a menos que se indique explícitamente, no debe extraerse ninguna inferencia de esa secuencia con respecto al orden específico de ejecución, ejecución de etapas o porciones de los mismos en serie en lugar de concurrentemente o de manera superpuesta, o la ejecución de las etapas representados exclusivamente sin la ocurrencia de etapas intervinientes o intermedias. El procedimiento representado en el ejemplo representado es implementado por una cadena de transmisor o circuito de procesamiento en, por ejemplo, un UE.

40 Solo se describen brevemente las operaciones diferentes a las de las figuras 7a y 7b. Es decir, las operaciones en los bloques 805, 810, 820, 830, 835, 850, 855, 860, 865, 870, 875 de las figuras 8a y 8b son iguales o similares, operaciones respectivas en los bloques 705, 710, 720, 730, 735, 750, 755, 760, 765, 770, 775 de las figuras 7a y 7b. En el bloque 825, el UE combina la señalización recibida de acuerdo con un primer número de repeticiones correspondientes a un primer RNTI (RNTI1) para codificar una CRC de un formato DCI asociado transmitido en un EPDCCH. En una operación de enmascaramiento CRC, se usa una máscara RNTI1 en el bloque 850. Si falla una

prueba de CRC o falla una verificación de un supuesto formato DCI, en el bloque 827, el UE continúa combinando la señalización recibida de acuerdo con un segundo número de repeticiones, se supone que es mayor que el primer número de repeticiones, correspondiente a un segundo RNTI (RNTI2); en caso contrario, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el primer número de repeticiones. En la operación de desenmascaramiento, se usa una máscara RNTI2 852 y un mismo procedimiento, en cuanto al desenmascaramiento con la máscara RNTI1, a continuación. Si el UE detecta un formato DCI válido, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el segundo número de repeticiones.

Similar a las operaciones en las figuras 7a y 7b, aunque en las figuras 8a y 8b las operaciones para detectar un formato DCI asociado con el segundo RNTI siguen a las del primer RNTI, estas operaciones pueden realizarse en paralelo. Más aún, si el UE detecta un formato DCI, determina una primera subtrama para una recepción PDSCH respectiva o una transmisión PUSCH a base de una última subtrama a partir del número de subtramas correspondientes al número de repeticiones asociadas con el formato DCI detectado.

En un tercer enfoque, un campo en formato DCI indica varias repeticiones para una transmisión EPDCCH respectiva. En caso de que un eNB configure un UE con dos números candidatos de repeticiones para una transmisión EPDCCH, un campo de formato DCI que tiene dos valores, con cada valor correspondiente a un número candidato de repeticiones, puede indicar de forma única una serie de repeticiones EPDCCH.

Cuando un eNB configura un UE con más de dos números candidatos de repeticiones para una transmisión EPDCCH, puede aplicarse un campo de formato DCI con un número respectivo de más de dos valores o algunas restricciones. En el último caso, el UE puede utilizar dos valores del campo de formato DCI junto con una serie de repeticiones requeridas por el UE para detectar el formato DCI para determinar el número de repeticiones en el que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el número de repeticiones.

Por ejemplo, cuando un campo de formato DCI tiene dos valores y más de dos números candidatos de repeticiones para una transmisión EPDCCH, un valor puede indicar un número nominal de repeticiones que el eNB configura para el UE, tal como se basa en un nivel de mejora de cobertura estimado para el UE, y el otro valor puede indicar cualquier otro número candidato de repeticiones. El número nominal de repeticiones puede configurarse explícitamente para el UE por el eNB o puede configurarse implícitamente, como un número medio de un número impar de números candidatos configurados de repeticiones. El UE puede suponer el número nominal de repeticiones si un campo en un formato DCI detectado indica el número nominal de repeticiones. No hay protección contra una determinación incorrecta por parte de un UE de un número candidato de repeticiones que no sea el número de repeticiones en el que el eNB transmite el EPDCCH de acuerdo con el número de repeticiones cuando ambos números son diferentes al número nominal. Sin embargo, este evento tiene típicamente una baja probabilidad de ocurrir ya que requiere que un UE detecte un formato DCI con un número de repeticiones sustancialmente diferente al que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el número de repeticiones. Por ejemplo, suponiendo un número nominal de 8 repeticiones para una transmisión EPDCCH y un UE que también está configurado para decodificar un EPDCCH con números candidatos de 2, 4 y 16 repeticiones, puede ocurrir un error si el eNB transmite un EPDCCH de acuerdo con 16 repeticiones y el UE detecta el formato DCI con 2 o 4 repeticiones (poco probable), o si el eNB transmite un EPDCCH de acuerdo con 4 repeticiones y el UE detecta el formato DCI con 2 (poco probable para un número de repetición EPDCCH nominal de 8) o 16 (poco probable para un número de repetición EPDCCH real de 4), o si el eNB transmite un EPDCCH de acuerdo con 2 repeticiones (poco probable para un número de repetición nominal de 8) y el UE detecta el formato DCI con 4 o 16 repeticiones (poco probable para un número de repetición EPDCCH real de 2). Se pueden aplicar restricciones similares para limitar un número de secuencias de aleatorización a dos o para limitar un número de RNTI a dos cuando el número posible de repeticiones de EPDCCH es más de dos.

Las figuras 9a y 9b ilustran una operación de ejemplo para que un UE determine a partir de un formato DCI detectado varias repeticiones en las que un eNB transmite un EPDCCH que transmite el formato DCI de acuerdo con la cantidad de repeticiones. Mientras que el diagrama de flujo muestra una serie de etapas secuenciales, a menos que se indique explícitamente, no debe extraerse ninguna inferencia de esa secuencia con respecto al orden específico de ejecución, ejecución de etapas o porciones de los mismos en serie en lugar de concurrentemente o de manera superpuesta, o la ejecución de las etapas representados exclusivamente sin la ocurrencia de etapas intervinientes o intermedias. El procedimiento representado en el ejemplo representado es implementado por una cadena de transmisor o circuito de procesamiento en, por ejemplo, un UE.

Solo se describen brevemente las operaciones diferentes a las de las figuras 7a y 7b. Es decir, operaciones en los bloques 905, 910, 920, 930, 935, 950, 955, 960, 965a, 970a, 975 de las figuras 9a y 9b son iguales o similares a, operaciones respectivas en los bloques 705, 710, 720, 730, 735, 750, 755, 760, 765, 770, 775 de las figuras 7a y 7b. En el bloque 925a, un UE combina la señalización de control recibida, según un primer número candidato de repeticiones, aparte del más grande, para una transmisión EPDCCH y decodifica un presunto formato DCI. Si una prueba de CRC es positiva, el UE verifica si un formato DCI es válido en el bloque 965a. El UE también verifica un campo de formato DCI que indica varias repeticiones para la transmisión EPDCCH. Si el formato DCI es válido y el campo de formato DCI tiene un valor correspondiente al primer número de repeticiones, el UE considera el primer número de repeticiones como el que el eNB consideró transmitir el EPDCCH en el bloque 970a; en caso contrario, el UE lo considera en el bloque 927a.

Por ejemplo, un campo de formato DCI que indica que varias repeticiones pueden incluir 1 bit, con un valor '0' que indica un primer número candidato de repeticiones y un valor '1' que indica un segundo número candidato de repeticiones para una transmisión EPDCCH. Si en el bloque 965a, después de combinar 2 repeticiones en el bloque 925a, el UE determina que el formato DCI es válido, excepto para el campo de formato DCI que tiene un valor '1', el UE considera otra verificación y procede con el bloque 927a. En el bloque 927a, el UE combina y decodifica repeticiones de acuerdo con un segundo número candidato que es mayor que el primer número candidato de repeticiones. Si la prueba CRC es positiva, el UE verifica si el formato DCI es válido en el bloque 967a, en el que también se marca el campo de formato DCI que indica el número de repeticiones (y el formato DCI es válido solo si el campo de formato DCI indica el segundo número candidato de repeticiones). Si el formato DCI es válido, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el segundo número candidato de repeticiones en el bloque 972a; en caso contrario, el UE puede ignorar el supuesto formato DCI en el bloque 975a.

Como una operación alternativa para el bloque 965a, el UE verifica si un formato DCI es válido pero sin considerar el valor del campo de formato DCI que indica el número de repeticiones para la transmisión EPDCCH. Si el formato DCI es válido, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el número de repeticiones indicado en el campo de formato DCI en el bloque 970a; en caso contrario, el UE continúa con el bloque 927a. Por ejemplo, un formato DCI puede incluir un campo de 1 bit para indicar varias repeticiones, con el valor '0' que indica un primer número candidato de repeticiones y el valor '1' que indica un segundo número candidato de repeticiones. A continuación, si en el bloque 965a y después de combinar un primer número de repeticiones en el bloque 925a, el UE determina que el formato DCI es válido, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH según el primer número de repeticiones si el campo tiene el valor '0' y considera que el eNB transmitió el EP-DCCH según el segundo número de repeticiones si el campo tiene el valor '1'. Si el formato DCI no es válido, el UE continúa con el bloque 927a.

Similar a las operaciones en las figuras 7a y 7b, aunque en las figuras 9a y 9b, las operaciones de UE para detectar un formato DCI asociado con un segundo número candidato de repeticiones para una transmisión EPDCCH siguen las del primer número candidato, en cambio, las operaciones se pueden realizar en paralelo, o con un orden conmutado de la rama derecha en las figuras 9a y 9b realizado primero y luego la rama izquierda en las figuras 7a y 7b. Por ejemplo, para el primer y segundo número candidatos de repeticiones configuradas para una transmisión EPDCCH, con el primer número siendo más pequeño que el segundo número, un UE puede decodificar primero el formato DCI combinando una cantidad de repeticiones en las que el número es mayor que el primer número de repeticiones pero no mayor que el segundo número de repeticiones, y, si falla la detección del formato DCI, el UE puede continuar combinando varias repeticiones en las que el número no es mayor que el segundo número. Por ejemplo, para el primer y segundo número de repeticiones configuradas, con el primer número siendo más pequeño que el segundo número, el UE puede decodificar primero un primer número de repeticiones y, si falla la detección de un formato DCI, continúe combinando un número restante de repeticiones hasta el segundo número de repeticiones y realice una decodificación adicional o realice una decodificación sucesiva para cada repetición combinada de una transmisión EP-DCCH.

Las figuras 9c y 9d ilustran una operación de ejemplo para que un UE determine una cantidad de repeticiones para una transmisión EPDCCH desde un formato DCI detectado cuando el UE está configurado con más de dos números candidatos de repeticiones y el formato DCI incluye un campo que indica si el número de repeticiones es un número nominal. Mientras que el diagrama de flujo muestra una serie de etapas secuenciales, a menos que se indique explícitamente, no debe extraerse ninguna inferencia de esa secuencia con respecto al orden específico de ejecución, ejecución de etapas o porciones de los mismos en serie en lugar de concurrentemente o de manera superpuesta, o la ejecución de las etapas representados exclusivamente sin la ocurrencia de etapas intervinientes o intermedias. El procedimiento representado en el ejemplo representado es implementado por una cadena de transmisor o circuito de procesamiento en, por ejemplo, un UE.

Solo se describen brevemente las operaciones diferentes a las de las figuras 9c y 9d. Es decir, operaciones en los bloques 905, 910, 920, 930, 935, 950, 955, 960, 965b, 970b, 975 de las figuras 9c y 9d son iguales o similares a, operaciones respectivas en los bloques 705, 710, 720, 730, 735, 750, 755, 760, 765, 770, 775 de las figuras 7a y 7b. En la etapa 925b, el UE combina y decodifica la señalización de control recibida de acuerdo con un primer número de repeticiones candidato configurado para una transmisión EPDCCH. Si una prueba de CCR es positiva, el UE verifica si un formato DCI es válido 965b. En la etapa 965b, el UE no considera un campo incluido en el formato DCI para indicar una serie de repeticiones para la transmisión EPDCCH.

a) Si el formato DCI es válido y el campo en el formato DCI indica el número nominal de repeticiones, y el primer número configurado es el número nominal, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el número nominal de repeticiones 970b.

b) Si el formato DCI es válido y el campo en el formato DCI no indica el número nominal y el primer número configurado no es el número nominal, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el primer número configurado de repeticiones 971b.

c) Si el formato DCI es válido y el campo en el formato DCI indica el número nominal y el primer número configurado no es el número nominal, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el número nominal de repeticiones 970b.

d) Si el formato DCI es válido y el campo en el formato DCI no indica el número nominal y el primer número configurado es el número nominal, entonces, si el número nominal es el mayor de los números configurados, el UE considera que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con el segundo número configurado más grande de

repeticiones 973b, mientras que si el número nominal no es el número configurado más grande, el UE continúa con una decodificación para el número configurado que es el siguiente más grande que el número nominal.  
e) Si el formato DCI no es válido, el UE ignora el supuesto formato 975 DCI.

5 Las funcionalidades en las figuras 9a y 9b o en las figuras 9c y 9d reflejan la posibilidad de que un formato DCI se pueda detectar en general para una serie de repeticiones que es diferente de la que el eNB transmitió el EPDCCH de acuerdo con y, en particular, para un número de repeticiones que es más pequeño que el que el eNB transmitió según el EPDCCH (no es necesario que un UE tenga múltiples números de repeticiones configurados para una transmisión EPDCCH). Esta observación puede permitir que un UE decodifique por separado cada repetición de una transmisión EPDCCH y si detecta un formato DCI válido antes de completar un número configurado de repeticiones, el UE puede  
10 suspender más operaciones de recepción y decodificación de EPDCCH para conservar potencia. Para determinar el momento de una recepción PDSCH o una transmisión PUSCH, el UE puede asumir que el formato DCI se transmite con el número configurado de repeticiones para la transmisión EPDCCH.

15 En un cuarto enfoque, se puede asociar un formato DCI diferente con un número diferente de repeticiones para una transmisión EPDCCH. Por ejemplo, un formato DCI con un primer tamaño puede asociarse con un número configurado de repeticiones más grande, mientras que un formato DCI con un segundo tamaño puede asociarse con un número configurado de repeticiones que no sea el más grande. El tamaño del primer formato DCI puede ser mayor que el tamaño del segundo formato DCI. Las operaciones de UE para determinar un número de repeticiones para una transmisión EPDCCH pueden ser como se describe en las figuras 7a y 7b con la excepción de que en lugar de una secuencia de codificación diferente, se considera un formato DCI diferente.

20 En un quinto enfoque, se puede asociar un espacio de búsqueda EPDCCH diferente con un número diferente de repeticiones para una transmisión EPDCCH en la que los espacios de búsqueda no superpuestos o parcialmente superpuestos se pueden asociar con diferentes números de repeticiones. Se puede predeterminar un primer conjunto de ECCE para su uso en caso de que el eNB transmita un EPDCCH de acuerdo con un primer número de repeticiones y un segundo conjunto de ECCE se puede predeterminar para su uso en caso de que el eNB transmita un EPDCCH  
25 de acuerdo con un segundo número de repeticiones.

Para un UE de bajo coste capaz de recibir transmisiones DL en, por ejemplo, 6 RB en una subtrama y para un número de 4 ECCE por RB como en REF 1, un número total de ECCE es de 24. Esto supone que un UE de bajo coste que opera con mejoras de cobertura DL está configurado como un conjunto RB de 6 RB o dos conjuntos RB de 3 RB cada uno para la recepción EPDCCH.

30 Si un UE determina una cantidad de repeticiones para una transmisión EPDCCH en función del uso de espacios de búsqueda EPDCCH diferentes respectivos, 12 ECCE, como los 12 primeros ECCE indexados, de los 24 ECCE se pueden asociar con un primer candidato a EPDCCH y los otros 12 ECCE, como los 12 últimos ECCE indexados, de los 24 ECCE se pueden asociar con un segundo candidato a EPDCCH. Para un primer número de repeticiones, un UE puede monitorear candidatos EPDCCH {1, 2, 1, 2,...} (o {2, 1, 2, 1,...}) en subtramas {1, 2, 3, 4,...} mientras que  
35 para un segundo número de repeticiones, un UE puede monitorear candidatos EPDCCH {1, 1, 1, 1,...} (o {2, 2, 2, 2,...}) en subtramas {1, 2, 3, 4,...} en las que se transmiten repeticiones de un EPDCCH. Un mismo principio puede aplicarse a los candidatos EPDCCH de cualquier otro nivel de agregación de ECCE (que no sean 12 ECCE). Los patrones de candidatos en diferentes subtramas para diferentes números de repeticiones de una transmisión EPDCCH también pueden ser ortogonales. Por ejemplo, para un primer número de repeticiones, el UE puede monitorear candidatos {1, 1, 1, 1,...} (o {1, 2, 1, 2}) en subtramas {1, 2, 3, 4,...} mientras que para un segundo número de repeticiones, un UE puede monitorear candidatos {2, 2, 2, 2,...} (o {2, 1, 2, 1}) en subtramas {1, 2, 3, 4,...} en las que se transmiten  
40 repeticiones de un EPDCCH.

45 Las figuras 10a y 10b ilustran una asignación de ejemplo de candidatos a EPDCCH en diferentes subtramas de acuerdo con un número de repeticiones de primer candidato y de acuerdo con un número de repeticiones de segundo candidato para una transmisión de EPDCCH. La realización de la asignación de candidatos a EPDCCH mostrada en las figuras 10a y 10b es solo para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones de la localización de candidatos EPDCCH sin alejarse del ámbito de la presente divulgación.

50 Un UE, tal como un UE 114, está configurado por un eNB, tal como el eNB 102, con dos números de repetición ejemplares para una transmisión EPDCCH;  $N_1 = 4$  y  $N_2 = 12$ . En cada subtrama DL que puede admitir transmisiones EPDCCH, el UE monitorea a un candidato EPDCCH aplicable para una agregación de 12 ECCE. En un primer acercamiento, en la subtrama DL  $k$  1002, el UE considera un primer candidato EPDCCH para ambos números 1010 de repetición para una primera transmisión 1015 EPDCCH. En la subtrama DL  $k + 1$  1004, el UE considera un primer candidato EPDCCH para  $N_2 = 12$  repeticiones 1020 y un segundo candidato EPDCCH para  $N_1 = 4$  repeticiones 1022 para una segunda transmisión 1025 EPDCCH. En la subtrama DL  $k + 2$  1006, el UE considera un primer candidato EPDCCH para ambos números de repetición 1030 para una tercera transmisión 1035 EPDCCH. En la subtrama DL  $k + 3$  1008, el UE considera un primer candidato EPDCCH para  $N_2 = 12$  repeticiones 1040 y un segundo candidato EPDCCH para  $N_1 = 4$  repeticiones 842 para una cuarta transmisión 1045 EPDCCH. En un segundo enfoque, en subtramas DL  $k$  1002a,  $k + 1$  1004a,  $k + 2$  1006a y  $k + 3$  1008a, el UE considera un primer candidato EPDCCH para  $N_1 = 4$  repeticiones 1010a, 1020a, 1030a y 1040a, respectivamente, y considera un segundo candidato EPDCCH para  
55  $N_2 = 12$  repeticiones 1012a, 1022a, 1032a y 1042a, respectivamente, para una primera 1015a, segunda 1025a, tercera  
60

1035a y cuarta repetición 1045a, respectivamente.

En un sexto enfoque, se pueden utilizar diferentes polinomios del generador de CRC para generar diferentes CRC para diferentes números de repeticiones para una transmisión EPDCCH, en los que cada polinomio CRC corresponde a cada número de repeticiones de un conjunto configurado de números de repeticiones. Por ejemplo, un primer polinomio generador de CRC puede corresponder a un primer número de repeticiones y un segundo polinomio generador de CRC puede corresponder a un segundo número de repeticiones. Un UE puede usar el primer polinomio generador de CRC para verificar una CRC de una decodificación de formato DCI de acuerdo con el primer número de repeticiones y usar el segundo polinomio generador de CRC para verificar una CRC de una decodificación de formato DCI de acuerdo con el segundo número de repeticiones. Si se detecta un formato DCI para una CRC asociada con varias repeticiones, el UE determina una primera subtrama para una recepción PDSCH respectiva o una transmisión PUSCH basándose en una última subtrama a partir del número de subtrama correspondiente al número de repeticiones de la transmisión EPDCCH que transmite el formato DCI detectado.

En un séptimo enfoque, una asignación de símbolos de formato DCI a RE de un conjunto de RB utilizados para la transmisión EPDCCH en una subtrama depende de una serie de repeticiones en las que un eNB, tal como el eNB 102, transmite un EPDCCH a un UE, tal como un UE 114, según el número de repeticiones. Como se describe en REF 1, los símbolos de formato DCI se asignan secuencialmente a los RE disponibles de una transmisión EPDCCH respectiva. Para una transmisión EPDCCH con repeticiones, la asignación secuencial puede aplicarse cuando la transmisión EPDCCH tiene la menor cantidad de repeticiones,  $N_1$ , que el eNB configura para el UE. Para cada transmisión EPDCCH con varias repeticiones distintas a la más pequeña, se puede aplicar una asignación diferente de los símbolos de formato DCI a los RE disponibles. Por ejemplo, en lugar de asignar secuencialmente un bloque de  $y(0), y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1)$  Símbolos de formato DCI a REs de una transmisión EPDCCH respectiva que comienza con la primera RE como en el caso de que el eNB considere  $N_1$  repeticiones para transmitir un EPDCCH al UE, se puede aplicar un cambio de un símbolo de formato DCI para el siguiente número más alto de repeticiones configuradas,  $N_2$ , para que un bloque resultante de  $y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1), y(0)$  (o  $y(M_{\text{simb}}-1), y(0), y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-2)$ ) se asigna secuencialmente a los RE disponibles de la transmisión EPDCCH. Este principio puede ampliarse para otros números configurados de repeticiones y, por ejemplo, para el tercer número más pequeño de repeticiones configuradas,  $N_3$ , un bloque resultante puede ser  $y(2), \dots, y(M_{\text{simb}}-1), y(0), y(1)$  (o  $y(M_{\text{simb}}-2), y(M_{\text{simb}}-1), y(0), \dots, y(M_{\text{simb}}-3)$ ). En general, para un UE configurado con números de repetición  $P$  para una transmisión EPDCCH y para el número de repetición  $p$ ,  $0 \leq p \leq P-1$ , el bloque de símbolos de formato DCI que se asigna secuencialmente a los RE disponibles es  $y(p), \dots, y(M_{\text{simb}}-1), y(0), \dots, y(p-1)$ . Aunque se consideró un cambio de un símbolo de formato DCI en el ejemplo anterior, el cambio puede ser igual a cualquier número de símbolos de formato DCI (más pequeños que  $M_{\text{simb}}$ ).

La figura 11 ilustra una asignación de ejemplo de símbolos de formato DCI a RE disponibles en una subtrama de acuerdo con un número candidato de repeticiones para una transmisión EPDCCH respectiva. La realización de la asignación de símbolos de formato DCI, ilustrada en la figura 11 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones de la asignación de símbolos de formato DCI sin alejarse del ámbito de esta divulgación.

Un UE, tal como un UE 114, está configurado por un eNB, tal como el eNB 102, un primer número de repeticiones,  $N_1$ , y un segundo número de repeticiones,  $N_2$ , para una transmisión EPDCCH. Todos los RE disponibles en un conjunto de 6 RB se pueden usar para repetir una transmisión EPDCCH en la que los RE disponibles se definen como en REF 1 y excluyen al menos los RE utilizados para transmitir otros canales de control 1110 y los RE utilizados para la transmisión DMRS 1120. Si el eNB considera  $N_1$  repeticiones para transmitir un EPDCCH al UE, el eNB asigna secuencialmente un bloque de  $y(0), y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1)$  símbolos de formato DCI a RE disponibles en el conjunto de 6 RB sobre una subtrama 1130. Si el eNB considera  $N_2$  repeticiones para transmitir el EPDCCH al UE, el eNB asigna secuencialmente el bloque de  $y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1), y(0)$  símbolos de formato DCI a RE disponibles en el conjunto de 6 RB sobre una subtrama después de 1140.

En una variación del séptimo enfoque, la unidad de tiempo para la asignación del bloque de formato de DCI símbolos a la res se modifica de ser una subtrama de ser  $N_1$  subtramas en caso de  $N_1$  repeticiones configurados para una transmisión EPDCCH y siendo  $N_2$  subtramas en caso de  $N_2$  repeticiones configurados para una transmisión EPDCCH. A continuación, un bloque de  $y(0), y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1)$  Los símbolos de formato DCI se asignan secuencialmente, posiblemente con repeticiones del total de símbolos  $M_{\text{simb}}$ , a RE disponibles más de  $N_1$  subtramas en lugar de ser asignados secuencialmente a RE disponibles de una subtrama y luego continuando desde el primer símbolo,  $y(0)$ , en una próxima subtrama. En caso de que el eNB transmita el EPDCCH al UE utilizando  $N_2$  repeticiones, el bloque de DCI símbolos de formato que se asigna secuencialmente a REs disponibles a través de  $N_2$  subtramas puede ser  $y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1), y(0)$  o cualquier otra permutación del bloque de símbolos de formato DCI  $y(0), y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1)$ .

La figura 12 ilustra una asignación de ejemplo de símbolos de formato DCI a RE disponibles en varias subtramas utilizadas para repeticiones de una transmisión EPDCCH. La realización de la asignación de símbolos de formato DCI, ilustrada en la figura 12 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones de la asignación de símbolos de formato DCI sin alejarse del ámbito de esta divulgación.

Un UE, tal como un UE 114, está configurado por un eNB, tal como el eNB 102, una serie de repeticiones,  $N_1$ , para una transmisión EPDCCH. Todos los RE disponibles en un conjunto de 6 RB se pueden usar para repetir una transmisión EPDCCH en la que los RE disponibles se definen como en REF 1 y excluyen al menos los RE utilizados



para transmitir otros canales de control 1210 y los RE utilizados para la transmisión DMRS 1220. El eNB asigna secuencialmente un bloque de  $y(0), y(1), \dots, y(M_{\text{simb}}-1)$  símbolos de formato DCI a RE disponibles en el conjunto de RB sobre  $N_1$ , subtramas en las que el EPDCCH puede transmitirse 1230. Por ejemplo, para  $M_{\text{simb}} = 84$ , El primer símbolo de formato DCI en la subtrama 1 es el símbolo  $648 \lfloor 648/84 \rfloor 84 = 60$  en lugar de ser el símbolo 0.

- 5 La asignación de los símbolos de formato DCI a los RE disponibles en varias repeticiones configuradas para una transmisión EPDCCH puede aplicarse en general, incluido el caso de que un UE esté configurado un número único de repeticiones para una transmisión EPDCCH o el caso de que se utilice un enfoque diferente para diferenciar las transmisiones EPDCCH con diferentes números de repeticiones.

10 En todos los enfoques anteriores, un UE puede combinar cualquier número de repeticiones para una transmisión EPDCCH y realizar la decodificación para un formato DCI siempre que el número no exceda un número configurado de repeticiones EPDCCH, como  $N_1$  o  $N_2$ . Potencialmente, esto puede permitir que un UE realice la detección temprana de un formato DCI y apague su alimentación (si no tiene otra transmisión o recepción) para conservar potencia hasta que necesite transmitir o recibir otra señalización (por ejemplo, transmitir el PUSCH programado por el formato DCI o recibir el PD-SCH programado por el formato DCI).

15 Un UE, tal como un UE 114, también puede informar a un eNB, tal como el eNB 102, varias repeticiones que el UE requirió para detectar un EPDCCH o varias repeticiones que el UE requirió para detectar un PDSCH. Este número de repeticiones puede ser un número promedio de repeticiones durante un período de tiempo predefinido o desde el último informe. El eNB puede activar el informe utilizando la señalización RRC y el UE puede proporcionarlo mediante, por ejemplo, señalización RRC o un elemento de control de acceso medio (MAC) (ver también REF 4).  
 20 Como alternativa, el UE puede activar el informe y puede proporcionarlo un elemento de control MAC o una señalización RRC, si el número promedio de repeticiones EPDCCH o PDSCH que el UE requiere para detectar una transmisión EPDCCH respectiva (formato DCI) o cambios de transmisión PD-SCH (bloque de transporte de datos) más allá de un umbral que puede ser configurado en el UE por el eNB o determinado por la implementación de UE, o especificado en la operación del sistema.

25 Aunque el eNB puede obtener una estimación de una pérdida de ruta experimentada por el UE a través de una serie de repeticiones necesarias para que el eNB detecte, por ejemplo, una transmisión PUCCH o una transmisión PUSCH desde el UE, es posible que no sea posible determinar una cantidad de repeticiones que el UE requiere para decodificar un EPDCCH o un PDSCH con una confiabilidad de detección requerida, ya que esto puede depender de los atributos de rendimiento del receptor del UE y de las condiciones del medio del canal DL, como la interferencia,  
 30 puede ser diferente a las condiciones medias del canal UL. Por ejemplo, un receptor UE equipado con 2 antenas receptoras puede requerir un número sustancialmente menor de repeticiones EPDCCH o repeticiones PUSCH para detectar una transmisión EPDCCH o PDSCH respectiva que un receptor UE equipado con 1 antena de receptor. Similar, un receptor UE equipado con 2 antenas receptoras que tienen baja correlación o desequilibrio de baja ganancia puede requerir un número sustancialmente menor de repeticiones EPDCCH o repeticiones PUSCH que un receptor UE equipado con 2 antenas receptoras que tienen una gran correlación o un gran desequilibrio de ganancia.  
 35 Similar, un receptor UE que implementa un estimador de canal avanzado puede requerir un número sustancialmente menor de repeticiones EPDCCH o repeticiones PUSCH que un receptor UE que implementa un estimador de canal básico.

40 Por lo tanto, el eNB puede obtener capacidades combinadas del receptor UE solicitando u obteniendo un informe del UE para una serie de repeticiones que el UE requirió para detectar una transmisión EPDCCH o una transmisión PDSCH durante un período de tiempo y el UE puede proporcionar ese informe en orden para permitir que el eNB determine un número apropiado de repeticiones EPDCCH o repeticiones PDSCH, mejorando así la eficiencia espectral del sistema y asegurando una calidad de comunicación deseada con el UE. El informe puede incluir un número promedio de repeticiones EPDCCH o PDSCH y posiblemente puede incluir estadísticas adicionales como un número  
 45 mínimo respectivo o un número máximo respectivo de repeticiones. El informe representa un cambio en el medio del canal o la interferencia que experimenta el UE durante el período de tiempo. El UE puede activar e informar una actualización en varias repeticiones para una transmisión EPDCCH o PDSCH que necesita para detectar un formato DCI o un bloque de transporte de datos, respectivamente, usando un elemento de control MAC o usando señalización RRC si el número de repeticiones respectivas cambia más allá de un umbral.

50 Similar a una adaptación dinámica para varias repeticiones para una transmisión EPDCCH, un eNB, tal como el eNB 102, puede aplicar una adaptación dinámica a varias repeticiones para una transmisión PDSCH en general y para una transmisión SPS PDSCH en particular. Un UE, tal como un UE 114, puede decodificar recepciones SPS PDSCH de acuerdo con un conjunto de  $\{M_1, \dots, M_P\}$  números de repetición configurados por el eNB para el UE para una transmisión PDSCH. Se pueden aplicar enfoques similares a los de un UE para determinar una cantidad de  
 55 repeticiones para una transmisión EPDCCH para que un UE determine una cantidad de repeticiones para una transmisión PDSCH, de los números de repetición candidatos  $\{M_1, \dots, M_P\}$ .

60 Un UE, tal como un UE 114, puede transmitir una señal HARQ-ACK en respuesta a la detección de un formato DCI a partir de una subtrama determinada a base de una última subtrama de varias subtramas correspondientes a varias repeticiones para una transmisión PDSCH respectiva al UE. Por ejemplo, se puede asociar una secuencia de codificación diferente, o un RNTI diferente, o una asignación diferente de los símbolos de bloque de transporte de

datos a los RE con cada uno de los  $\{M_1, \dots, M_P\}$  números configurados de repeticiones. Para una transmisión PDSCH programada por un formato DCI, el formato DCI puede indicar el número de repeticiones para la transmisión PDSCH.

5 En caso de que el salto de frecuencia se utilice para repeticiones de una transmisión PDSCH desde un eNB, tal como el eNB 102, se puede aplicar un patrón de salto diferente para diferentes números de repetición de transmisiones PDSCH. Por ejemplo, suponiendo que un primer conjunto de RB o un segundo conjunto de RB estén disponibles para transmitir un PDSCH en una subtrama, entonces, para un primer número de repeticiones PDSCH, un UE, tal como un UE 114, puede recibir PDSCH en conjuntos de RB  $\{1, 1, 2, 2, \dots\}$  en subtramas  $\{1, 2, 3, 4, \dots\}$  en las que las repeticiones PDSCH se transmiten mientras, para un segundo número de repeticiones, el UE puede recibir PDSCH en conjuntos de RB  $\{2, 2, 1, 1, \dots\}$  en subtramas  $\{1, 2, 3, 4, \dots\}$  en las que se transmiten repeticiones PDSCH. El primer conjunto de RB y el segundo conjunto de RB pertenecen a un mismo conjunto de RB contiguos T para un UE que es capaz de recibir transmisiones DL solo en un conjunto de T RB contiguos en una subtrama. Por ejemplo,  $T=6$ . El patrón de salto permanece igual en al menos dos subtramas DL para permitir que el UE mejore una estimación de canal que el UE utiliza para demodular símbolos PDSCH mediante el símbolo RS de interpolación del UE en al menos dos subtramas (este salto de frecuencia también es aplicable para repeticiones de una transmisión EPDCCH).

15 El salto de frecuencia también puede aplicarse a diferentes conjuntos de T RB contiguos. A continuación, como un UE es capaz de recibir solo dentro de un mismo conjunto de T RB contiguos en una subtrama, el patrón de salto en diferentes conjuntos de RB contiguos T es el mismo en las primeras subtramas  $M_1$  para un primer número configurado de repeticiones  $M_1$  y para un segundo número configurado de repeticiones  $M_2$  para una transmisión PDSCH. Similar al salto de frecuencia dentro de un mismo conjunto de T RB contiguos, al menos dos repeticiones de una transmisión PDSCH en dos subtramas respectivas se encuentran en un mismo conjunto de T RB contiguos para permitir que un UE mejore una estimación de canal.

20 La figura 13 ilustra un ejemplo para el salto de frecuencia de repeticiones PDSCH en diferentes subtramas según un primer número candidato de repeticiones PDSCH o según un segundo número candidato de repeticiones PDSCH. La realización del salto de frecuencia de repeticiones PDSCH que se muestra en la figura 13 es únicamente para ilustración. Otras realizaciones del salto de frecuencia de repeticiones PDSCH se pueden utilizar sin alejarse del ámbito de la presente divulgación.

25 Un UE está configurado con dos números de repetición PDSCH ejemplares;  $M_1 = 4$  y  $M_2 = 12$ . En las subtramas DL  $k$  1302 y  $k + 1$  1104, el UE monitorea un PDSCH en los RB 1310 y en los RB 1320, respectivamente, para  $M_2 = 12$  repeticiones PDSCH y monitorea un PDSCH en RB 1315 y en RB 1325, respectivamente, para  $M_1 = 4$  repeticiones PDSCH. En las subtramas DL  $k + 2$  1306 y  $k + 3$  1308, el UE monitorea un PDSCH en los RB 1330 y en los RB 1340, respectivamente, para  $M_2 = 12$  repeticiones PDSCH y monitorea un PDSCH en RB 1335 y en RB 1345, respectivamente, para  $M_1 = 4$  repeticiones PDSCH. También es posible usar los mismos RB para transmitir PDSCH para  $M_1$  repeticiones o  $M_2$  repeticiones y los RB pueden incluir todos los T RB contiguos durante una instancia de salto de frecuencia.

30 También se puede incluir una subtrama de conmutación sin una transmisión PDSCH (o EPDCCH) entre cada salto de frecuencia en diferentes conjuntos de RB para permitir que el UE vuelva a sintonizar su RF al nuevo conjunto de RB.

35 Similar a las repeticiones de una transmisión EPDCCH, un UE, tal como un UE 114, puede combinar cualquier número de repeticiones para una transmisión PDSCH desde un eNB, tal como eNB 102, y realice la decodificación para detectar un bloque de transporte de datos siempre que el número no exceda un número máximo de repeticiones candidato el eNB configura el UE a través de la señalización de capa superior para una transmisión PDSCH. Potencialmente, esto puede permitir que un UE realice una detección temprana de un bloque de transporte de datos y apague su alimentación (si el UE no tiene otra transmisión o recepción) para conservar potencia hasta que necesite transmitir o recibir otra señalización.

40 Para el Caso 1, un UE, tal como un UE 114, determina una subtrama inicial para una recepción de una transmisión PDSCH desde un eNB, tal como el eNB 102, basado en una última subtrama de una serie de subtramas correspondientes a una serie de repeticiones para una transmisión EPDCCH desde el eNB que transmite un formato DCI que programa la recepción PDSCH por el UE. En respuesta a la recepción PDSCH, el UE necesita determinar una subtrama inicial para una transmisión de una señal HARQ-ACK.

45 Si el número de repeticiones para una transmisión PDSCH no es fijo y el eNB no lo indica explícitamente al UE, por ejemplo, por el formato DCI en caso de programación dinámica del PDSCH utilizando un EPDCCH, el UE puede asumir un número máximo de repeticiones configuradas para la recepción PDSCH y, en consecuencia, determinar una subtrama inicial para transmitir una señal HARQ-ACK (basada en una última subtrama de un número máximo de subtramas correspondiente al número máximo de repeticiones para la transmisión PDSCH). Esto se debe a que el UE puede no detectar correctamente el bloque de transporte de datos transportado por el PDSCH. En tal caso, el UE puede no ser capaz de determinar varias repeticiones por medios implícitos, como, por ejemplo, por el eNB usando una asignación diferente o una secuencia de codificación diferente dependiendo de varias repeticiones, en las que el eNB transmite el PDSCH de acuerdo con el número de repeticiones.

La figura 14 ilustra una operación para que un UE determine una subtrama inicial para una recepción PDSCH

programada por un formato DCI detectado transmitido por un primer número candidato de repeticiones a partir de dos números candidatos de repeticiones para una transmisión EPDCCH. La realización de la operación para una determinación de UE que se muestra en la figura 14 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones de la operación para una determinación de UE sin alejarse del ámbito de esta divulgación.

5 Un UE, tal como un UE 114, está configurado por un eNB, tal como el eNB 102, con dos números de repetición EPDCCH ejemplares,  $N_1 = 4$  y  $N_2 = 8$ , y opera en un sistema TDD usando la configuración TDD UL-DL 2 (ver también REF 1). Una subtrama inicial para las repeticiones EPDCCH 1410 es una primera subtrama en una trama. En Número de trama del sistema (SFN)  $\times 1402$ , el UE supervisa al menos un candidato EPDCCH por subtrama DL para  $N_2 = 8$  repeticiones 1420 y al menos un candidato por subtrama DL para la primera  $N_2 = 4$  repeticiones 1430 y la segunda  $N_1 = 4$  repeticiones 1432. El UE detecta un formato DCI válido que programa un PDSCH después de decodificar las primeras  $N_1 = 4$  repeticiones 1430 y determina que una subtrama DL inicial 1440 para la recepción PDSCH 1450 sea una primera subtrama DL después de una última subtrama DL de primeras repeticiones 1430. Posteriormente, el UE recibe el PDSCH en el que la recepción está sobre 4 subtramas DL 1460. Se pueden incluir subtramas adicionales entre la subtrama de la última repetición para el EPDCCH que transmite el formato DCI detectado por el UE y la subtrama de la primera repetición para el PDSCH programado, como, por ejemplo, una subtrama para permitir que el UE vuelva a sintonizar una parte diferente del ancho de banda del sistema para soportar la transmisión EPDCCH y la transmisión PDSCH en diferentes conjuntos de TRB contiguos.

20 Para una transmisión de señal HARQ-ACK por un UE, tal como un UE 114, en respuesta a una recepción de una transmisión PDSCH o de un EPDCCH que transmite una liberación SPS por un eNB, tal como el eNB 102, una subtrama inicial puede ser la subtrama  $n + k$  en la que  $n$  es una última subtrama de un número máximo de subtramas correspondiente a un número máximo de repeticiones PDSCH o EPDCCH configuradas para el UE por el eNB, respectivamente y, por ejemplo,  $k$  puede ser 4 para un sistema FDD o determinado a base de una tabla de asignación para un sistema TDD (ver también REF 3).

25 La figura 15 ilustra una operación para que un UE determine una subtrama inicial para una transmisión de señal HARQ-ACK en respuesta a una recepción PDSCH a través de un primer número de subtramas a partir de dos números candidatos de subtramas. La realización de la operación para una determinación de UE que se muestra en la figura 15 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones de la operación para una determinación de UE sin alejarse del ámbito de esta divulgación.

30 Un UE, tal como un UE 114, está configurado por un eNB, tal como el eNB 102, con dos números de repetición PDSCH ejemplares,  $M_1 = 4$  y  $M_2 = 8$ , y opera en un sistema TDD utilizando la configuración TDD UL-DL 2. Una subtrama inicial para repeticiones de una transmisión PDSCH 1510 es una primera subtrama en cada trama. En SFN  $\times 1502$ , el UE monitorea  $M_2 = 8$  repeticiones 1520 y  $M_1 = 4$  repeticiones 1530. El UE detecta correctamente un bloque de transporte de datos después de decodificar las primeras  $M_1 = 4$  repeticiones 1530 y determina que una subtrama de inicio UL 1540 para una transmisión de señal HARQ-ACK 1550 debe estar de acuerdo con un tiempo asociado con  $M_2 = 8$  repeticiones 1560 y no de acuerdo con un tiempo asociado con  $M_1 = 4$  repeticiones 1565 para una transmisión PDSCH.

40 Para evitar que un UE, tal como un UE 114, tenga que determinar la primera subtrama para la transmisión de la señal HARQ-ACK a un eNB, tal como el eNB 102, basado en el número máximo de repeticiones configuradas para una transmisión PDSCH desde el eNB, el número de repeticiones para un PDSCH puede informarse explícitamente a través de un formato DCI respectivo, en caso de un PDSCH programado dinámicamente, o el UE puede transmitir la señal HARQ-ACK solo cuando transmite una información positiva HARQ-ACK (ACK) con respecto a la detección de un bloque de transporte de datos en el PDSCH y no transmitir la señal HARQ-ACK en caso de que el UE no haya podido detectar el bloque de transporte de datos en el PDSCH. En caso de que el UE transmita una señal HARQ-ACK solo si transmite información positiva HARQ-ACK, los enfoques implícitos, como el uso de una permutación en la asignación de símbolos de bloque de transporte de datos a REs de acuerdo con varias repeticiones para la transmisión PDSCH, puede ser compatible para que el UE determine el número de repeticiones, entre números configurados de repeticiones, asumir para la transmisión del PDSCH.

50 Un UE, tal como un UE 114, transmitiendo una señal HARQ-ACK a un eNB, tal como el eNB 102, solo en caso de información positiva HARQ-ACK (ACK) puede aplicarse en general porque para tamaños de bloque de transporte de datos pequeños asociados con la operación en SINR bajos, Se logra prácticamente el mismo rendimiento para las retransmisiones de un bloque de transporte de datos, independientemente de si esto se debe a que el UE no puede detectar el formato DCI en un EPDCCH o debido a que el UE no puede detectar el bloque de transporte de datos en un PDSCH. Esto se debe a que el uso de redundancia incremental, en la que el eNB usa una versión de redundancia diferente en caso de que el UE detecte el formato DCI pero no pueda detectar el bloque de transporte de datos (ver también REF 2 y REF 3), no proporciona ganancias materiales en caso de pequeños bloques de transporte de datos para la operación de UE en SINR bajos.

60 Caso 2: El UE determina la subtrama inicial para una recepción PDSCH o para una transmisión PUSCH en función de un número máximo de repeticiones configuradas para una transmisión EPDCCH que transmite un formato DCI que programa el PDSCH o el PUSCH. El UE determina la subtrama inicial para una transmisión HARQ-ACK en respuesta a la detección de un bloque de transporte de datos o un formato DCI basado en un número máximo de repeticiones configuradas para la transmisión PDSCH o EPDCCH, respectivamente.

A diferencia del caso 1 en el que una subtrama inicial para un UE, tal como un UE 114, para recibir un PDSCH transmitido desde un eNB, tal como eNB 102, o para transmitir un PUSCH al eNB se determina a partir de una última subtrama de varias subtramas correspondientes a varias repeticiones, en las que el eNB transmitió un EPDCCH transmitiendo un formato DCI programando el PDSCH o el PUSCH de acuerdo con el número de repeticiones, para el caso 2, una subtrama inicial respectiva se fija en función de un número máximo de repeticiones independientemente de un número de repeticiones, en el que el eNB transmitió el EPDCCH respectivo de acuerdo con el número de repeticiones.

El eNB configura al UE un número máximo de repeticiones para una transmisión EPDCCH. Este número máximo también puede ser el único número de repeticiones para una transmisión EPDCCH que el eNB configura al UE. En cuanto al caso 1, el eNB puede transmitir un EPDCCH o el UE puede detectar un formato DCI transmitido por el EPDCCH con un número menor de repeticiones que el máximo. Si el UE detecta un formato DCI para varias repeticiones de una recepción EPDCCH que es más pequeña que la configurada por el eNB, el UE puede pasar al modo inactivo (suspensión) hasta que se configure una primera subtrama de una recepción PDSCH o una transmisión PUSCH programada por el formato DCI detectado y determinada por el UE a partir del número máximo de repeticiones para una transmisión EPDCCH el UE se configura del eNB.

La figura 16 ilustra una operación para un UE configurado para recibir un número máximo de repeticiones para una transmisión EPDCCH para determinar una subtrama de inicio para una recepción PDSCH programada por un formato DCI detectado transmitido por el EPDCCH. La realización ilustrada en la figura 16 es únicamente para ilustración. Podrían usarse otras realizaciones sin alejarse del ámbito de la presente divulgación.

Un UE, tal como un UE 114, está configurado por un eNB, tal como el eNB 102, para recibir un número máximo de repeticiones  $N_C$  para una transmisión EPDCCH 1610 y opera en un sistema TDD usando la configuración TDD UL-DL 2 (ver también REF 1). Una subtrama inicial para repeticiones de una transmisión EPDCCH es una primera subtrama en una trama. El UE supervisa al menos se un candidato EPDCCH por subtrama DL. El UE detecta un formato DCI válido que programa un PDSCH después de decodificar las primeras repeticiones  $N_{DC}$  para la transmisión EPDCCH 1620 en la que  $N_{DC} \leq N_C$ . El eNB también puede transmitir repeticiones de la transmisión EPDCCH a través de una serie de subtramas DL  $N_{TC}$  en las que  $N_{TC} \leq N_C$  1625. El UE (o el eNB) determina una subtrama DL inicial 1630 para la recepción PDSCH de acuerdo con el número máximo de subtramas correspondiente al número máximo de repeticiones  $N_C$  y no de acuerdo con el número de repeticiones  $N_{DC}$ .

El eNB también configura el UE para recibir un número máximo de repeticiones  $N_D$  para una transmisión PDSCH 1640. El UE detecta un bloque de transporte de datos transportado por el PDSCH después de recibir  $N_{DD}$  repeticiones para la transmisión PDSCH 1650 en la que  $N_{DD} \leq N_D$ . El eNB también puede transmitir las repeticiones de la transmisión PDSCH a través de una serie de subtramas DL  $N_{TD}$  en la que  $N_{TD} \leq N_D$  1655. Una transmisión de señal HARQ-ACK desde el UE en respuesta a la detección del bloque de transporte de datos puede estar en una subtrama UL determinada a partir del valor de  $N_D$  similar al procedimiento descrito en la figura 15. El UE también puede hacer la transición a un modo inactivo en subtramas entre la subtrama en la que el UE recibe la última de las  $N_{DD}$  repeticiones para la transmisión PDSCH y la subtrama en la que el UE transmite la primera repetición para la transmisión de señal HARQ-ACK. Más aún, aunque la figura 16 considera que el formato DCI programa una recepción PDSCH por parte del UE, el mismo principio se aplica cuando el formato DCI programa una transmisión PUSCH desde el UE y luego el UE puede determinar una subtrama UL para una primera repetición de la transmisión PUSCH basada en una última subtrama a partir de un número máximo de subtramas correspondiente al número configurado de  $N_C$  repeticiones para la transmisión EPDCCH.

Una desventaja del caso 2 en relación con el caso 1 para la determinación de una subtrama para un UE, tal como un UE 114, recibir una primera repetición de un PDSCH o transmitir una primera repetición de un PUSCH es una tasa reducida de datos DL o UL, respectivamente. Esto se debe a que aunque un eNB, tal como el eNB 102, puede usar un número menor de repeticiones que un número configurado de repeticiones para transmitir un EPDCCH para programar una transmisión PDSCH o una transmisión PUSCH desde el UE, Esta reducción en el número de repeticiones no puede usarse para aumentar una cantidad de transmisiones de datos hacia o desde el UE durante un período de tiempo, ya que el UE no puede recibir ni transmitir datos en subtramas entre la subtrama de la última repetición del EPDCCH y la subtrama correspondiente al número configurado de repeticiones EPDCCH. Lo mismo se aplica a las subtramas después de la subtrama de la última repetición de una transmisión PDSCH en la que el UE detecta el bloque de transporte de datos y la subtrama correspondiente al número configurado de repeticiones PDSCH en caso de que un formato DCI que programe la recepción PDSCH no indica el número de repeticiones para la transmisión PDSCH.

Una ventaja del caso 2 con respecto al caso 1 es que no es necesaria una indicación (implícita o explícita) de varias repeticiones para una transmisión EPDCCH o PDSCH al UE. El eNB no necesita predecir, antes de que el eNB comience a transmitir repeticiones para una transmisión EPDCCH o PDSCH, un número de repeticiones de un conjunto de números de repeticiones que el eNB configura por adelantado al UE mediante señalización de capa superior. En su lugar, el eNB puede tener la flexibilidad, dependiendo de la disponibilidad de potencia de transmisión en una subtrama dada, para transmitir una repetición con mayor o menor potencia y esto puede dar como resultado un número menor o mayor de repeticiones (pero sin exceder un número configurado de repeticiones) dependiendo de la disponibilidad de potencia real en el momento de la transmisión de una repetición.

Aunque la presente divulgación se ha descrito con realizaciones de ejemplo, se pueden sugerir varios cambios y modificaciones a un experto en la materia. Se concibe que la presente divulgación incluye tales cambios y modificaciones como pertenecientes al ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica por una estación (102) base que comprende:
 

5 identificar una información de control de enlace descendente, DCI, incluyendo un campo que indica un número de repetición de una subtrama que incluye el DCI, en el que la subtrama incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; y

transmitir, a un equipo de usuario, UE, (114) el DCI que incluye el campo que indica el número de repetición de subtramas, en el que el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignado a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
 

transmitir, al UE en al menos una subtrama, datos programados por el DCI a través de un canal físico compartido de enlace descendente, PDSCH, en el que una subtrama inicial para transmitir los datos a través del PDSCH se determina a base del número de repetición.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
 

recibir, del UE, un acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ-ACK, a través de un canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, en el que una subtrama para una transmisión PUCCH para la señalización HARQ-ACK se determina a base del número de repetición si el DCI indica además una liberación de una programación semipersistente, SPS.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que uno o más de los valores están configurados para uno o más números de repetición y el primer campo indica uno de los uno o más valores.
5. Una estación (102) base, que comprende:
 

un transceptor (310a, 310b, ... 310n); y

un controlador (325) acoplado al transceptor, en el que el controlador está configurado para:

25 identificar una información de control de enlace descendente, DCI, incluyendo un campo que indica un número de repetición de una subtrama que incluye el DCI, en el que cada una de las subtramas incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; y

transmitir, a un equipo de usuario, UE, (114) el DCI que incluye el campo que indica el número de repetición de subtramas,

30 en el que el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignado a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas.
6. La estación base de la reivindicación 5, en la que el controlador está configurado además para ser operado de acuerdo con un procedimiento en una de las reivindicaciones 2 a 4.
7. Un procedimiento de comunicación inalámbrica por un equipo de usuario, UE, (114) que comprende:
 

35 recibir, desde una estación (114) base, información de control del enlace descendente, DCI, incluyendo un campo que indica un número de repetición de subtramas, en el que el número de repetición indica un número de repeticiones de una subtrama que incluye el DCI y el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignadas a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas, en el que cada una de las subtramas incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del

40 cual se transmite el DCI; e

identificar el número de repetición del DCI.
8. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende, además:
 

determinar una subtrama inicial para transmitir datos programados por el DCI a través de un canal físico compartido de enlace descendente, PDSCH, basado en el número de repetición; y

45 recibir, desde la estación base, los datos a través del PDSCH en al menos una subtrama basada en la subtrama inicial determinada.
9. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende, además:
 

determinar una subtrama para una transmisión un canal de control de enlace ascendente físico, PUCCH, para un acuse de recibo de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ-ACK, señalar a base del número de

50 repetición si el DCI indica además una liberación de una programación semipersistente, SPS; y

transmitir, a la estación base, un HARQ-ACK a través de PUCCH en la subtrama determinada.

10. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que uno o más valores están configurados para uno o más números de repetición y el primer campo indica uno de los uno o más valores.

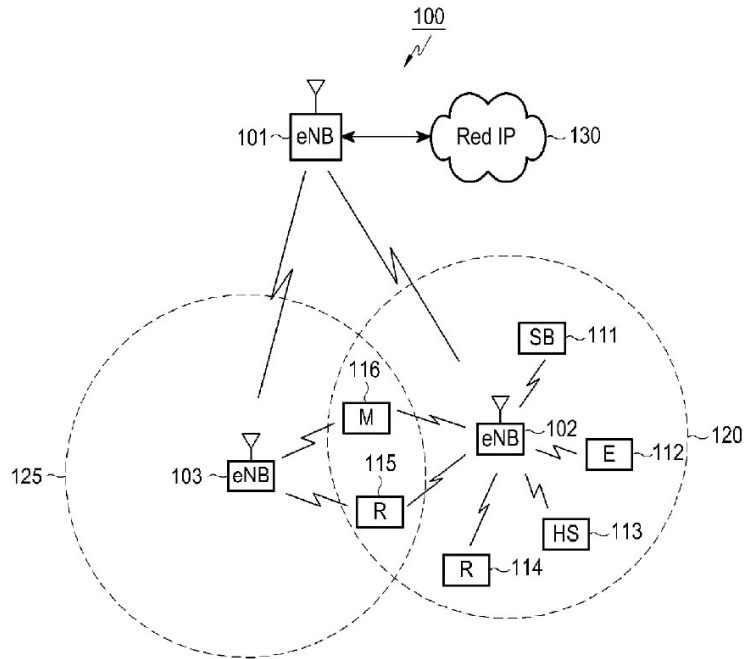
11. Un equipo de usuario, UE, (114) que comprende:

5 un transceptor (210); y  
un controlador (240) acoplado al transceptor;  
en el que el controlador está configurado para:

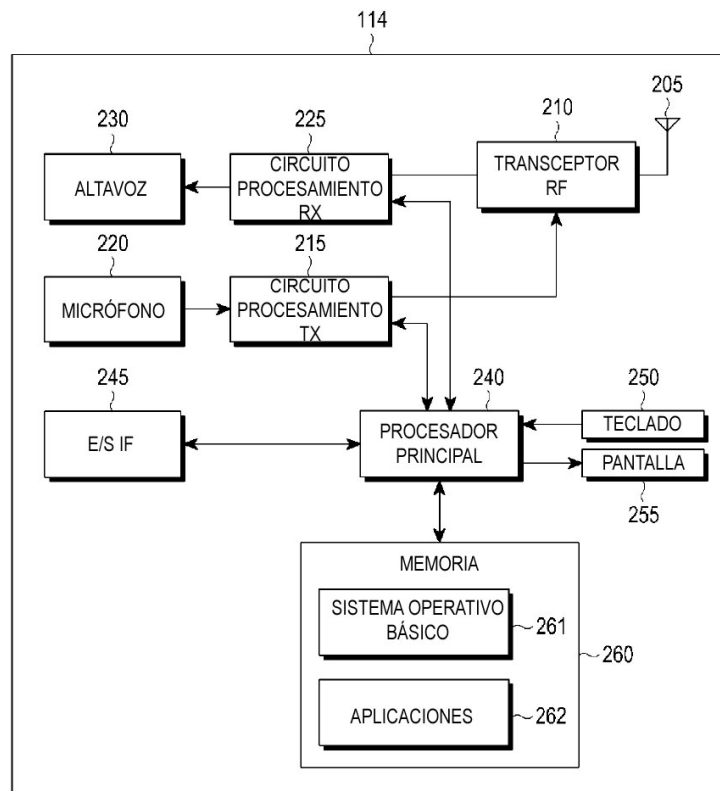
10 recibir, desde una estación base, información de control del enlace descendente, DCI, incluyendo un campo que indica un número de repetición de subtramas, en el que el número de repetición indica un número de repeticiones de una subtrama que incluye el DCI y el DCI se transmite en cada una de las subtramas, asignadas a elementos de recursos disponibles en las subtramas sobre el número de repetición de subtramas, en el que cada una de las subtramas incluye un canal de control de enlace descendente físico mejorado, EPDCCH, a través del cual se transmite el DCI; y  
identificar el número de repetición del DCI.

15 12. El UE de la reivindicación 11, en el que el controlador está configurado adicionalmente para ser operado de acuerdo con un procedimiento de una de las reivindicaciones 7 a 10.

[Fig. 1]

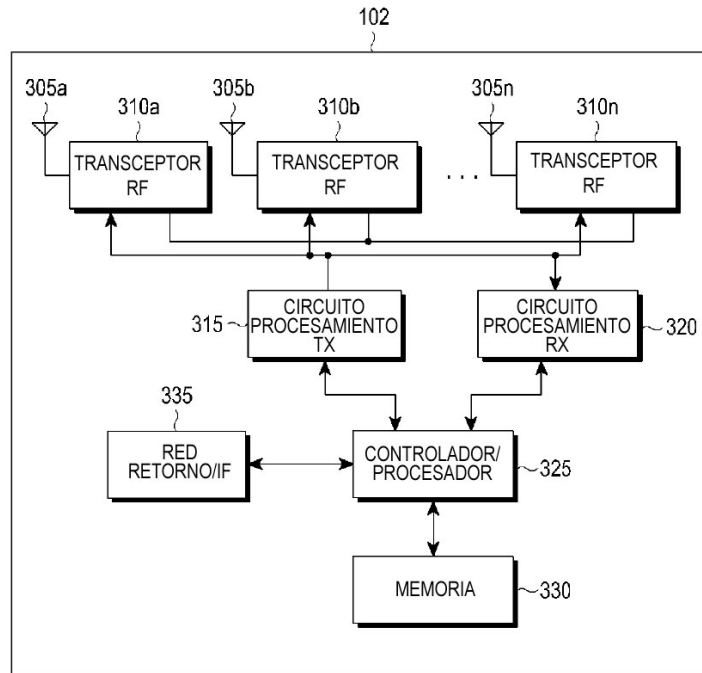


[Fig. 2]

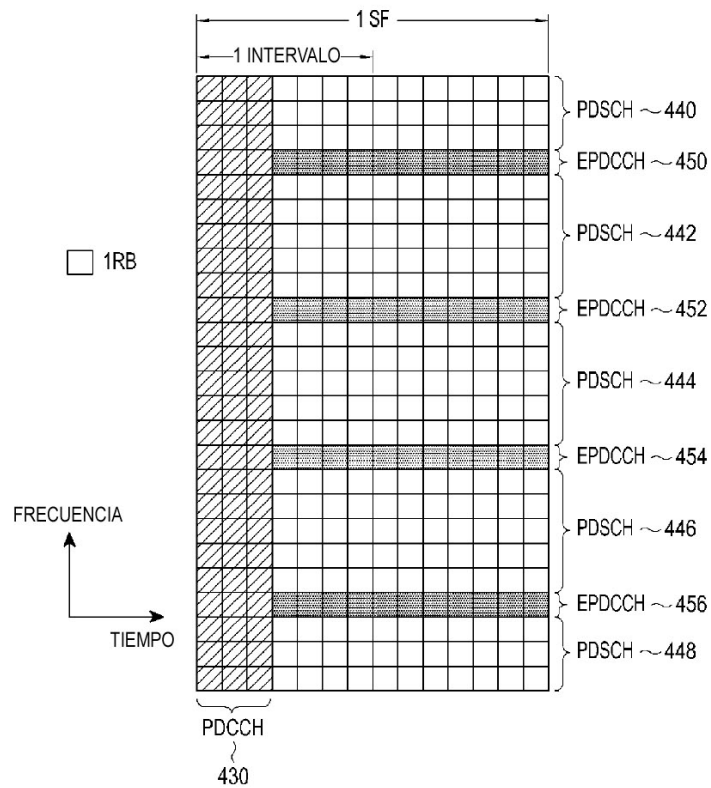




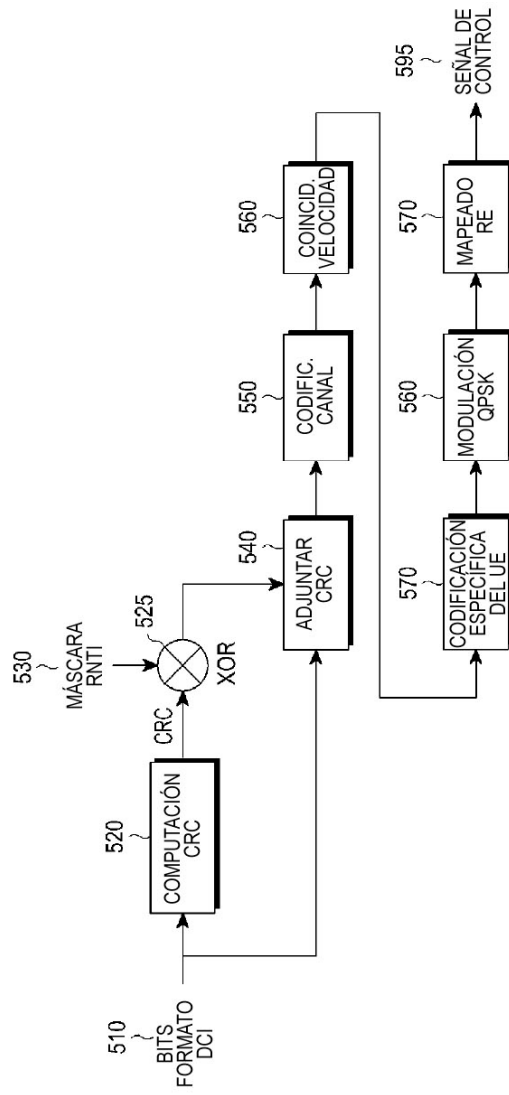
[Fig. 3]



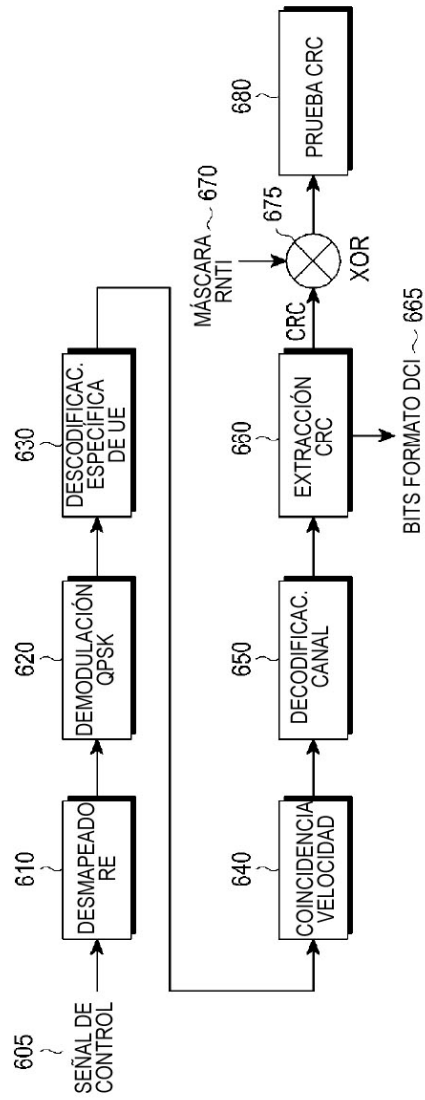
[Fig. 4]



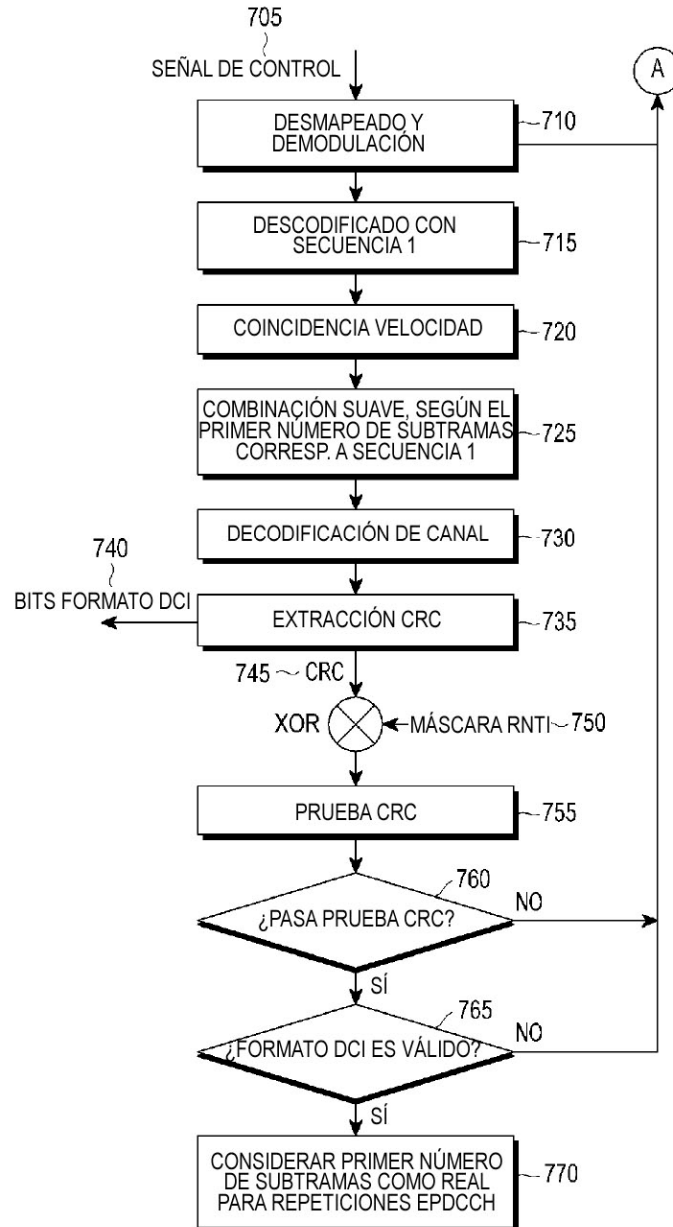
[Fig. 5]



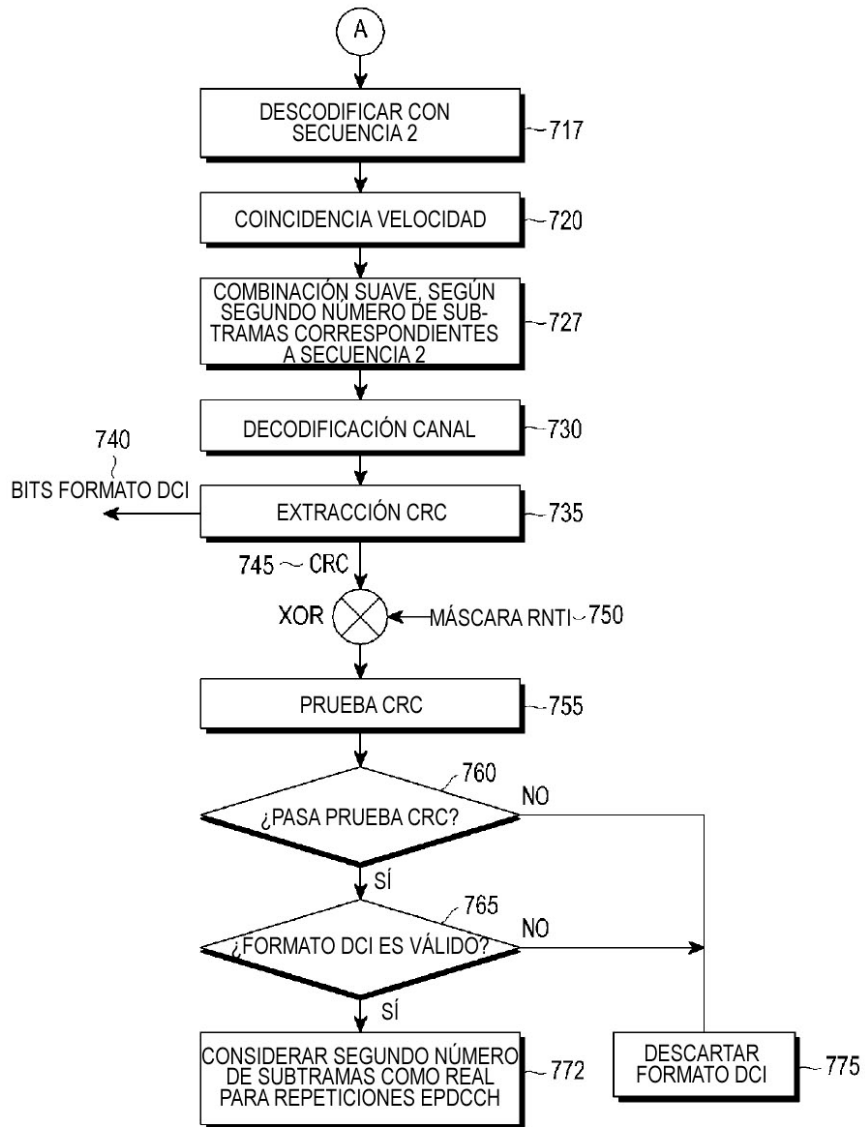
[Fig. 6]



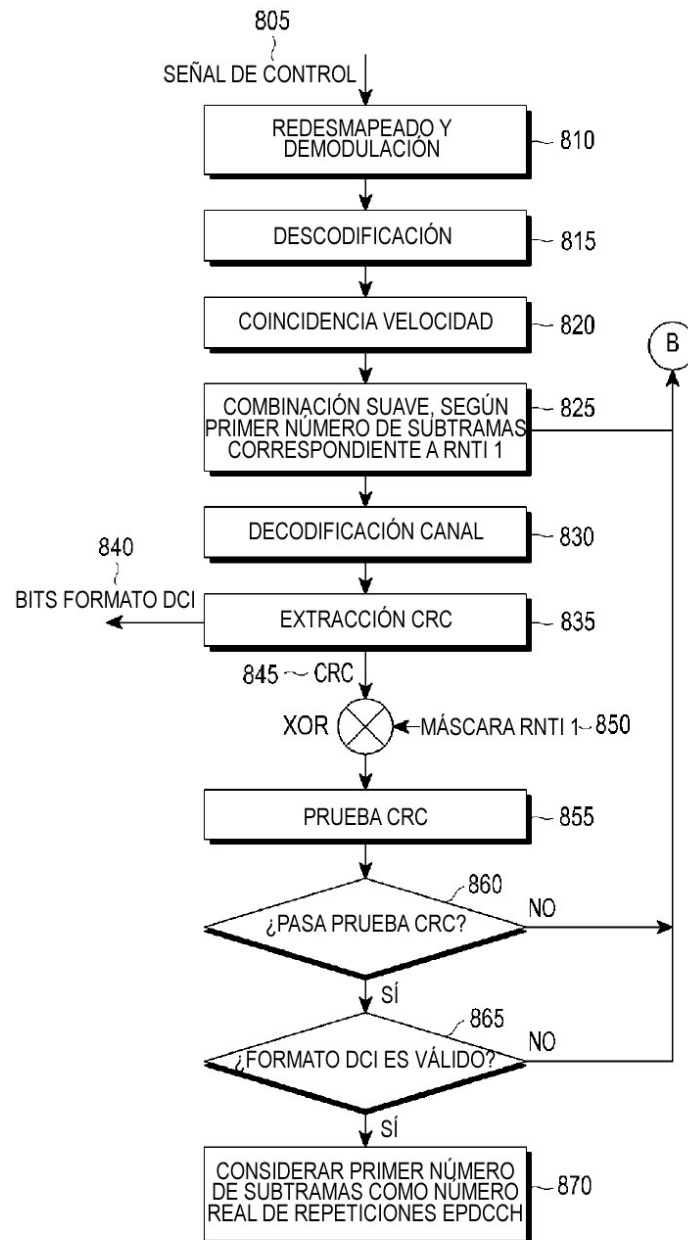
[Fig. 7a]



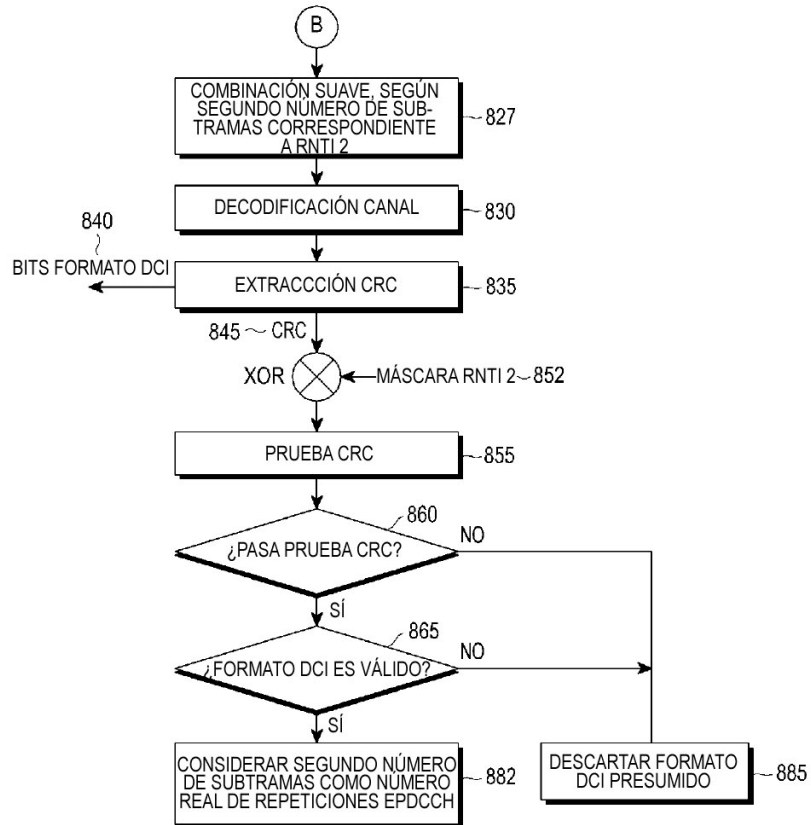
[Fig. 7b]



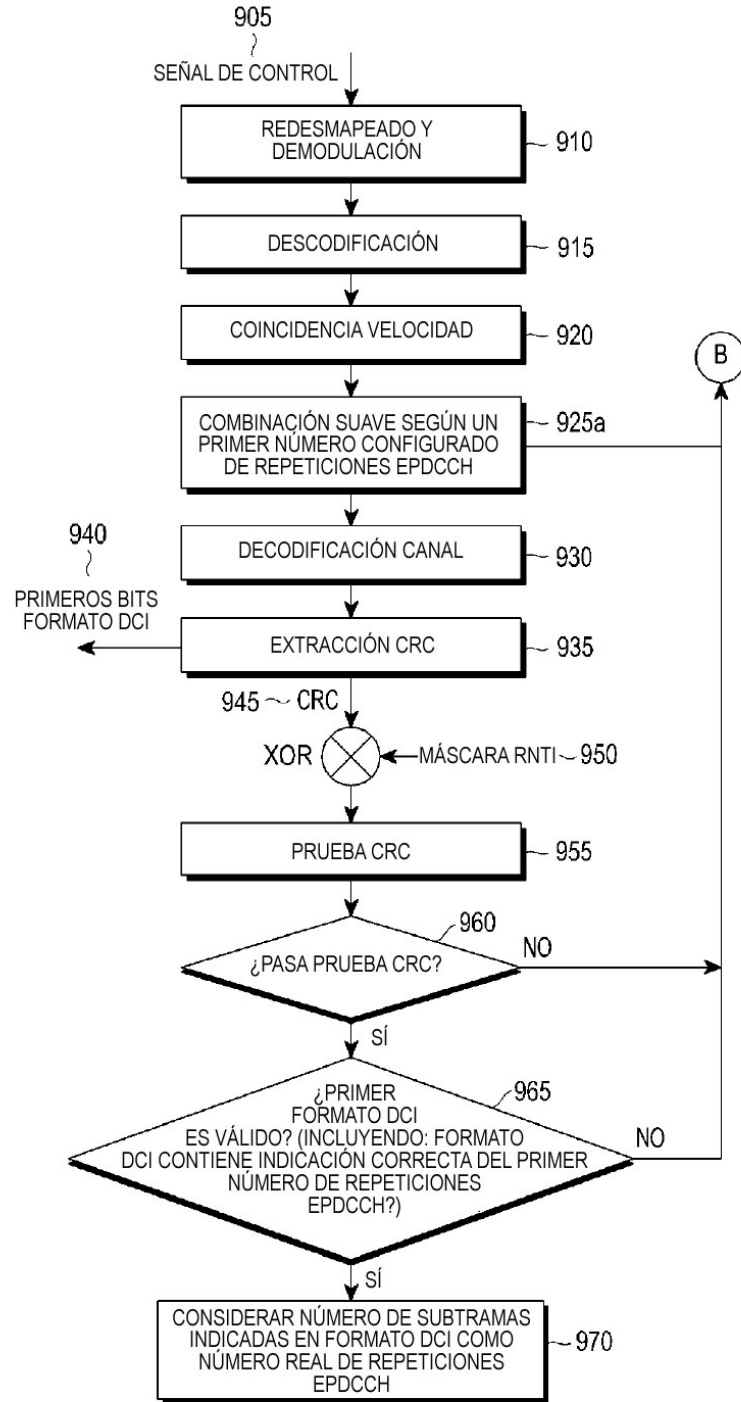
[Fig. 8a]



[Fig. 8b]

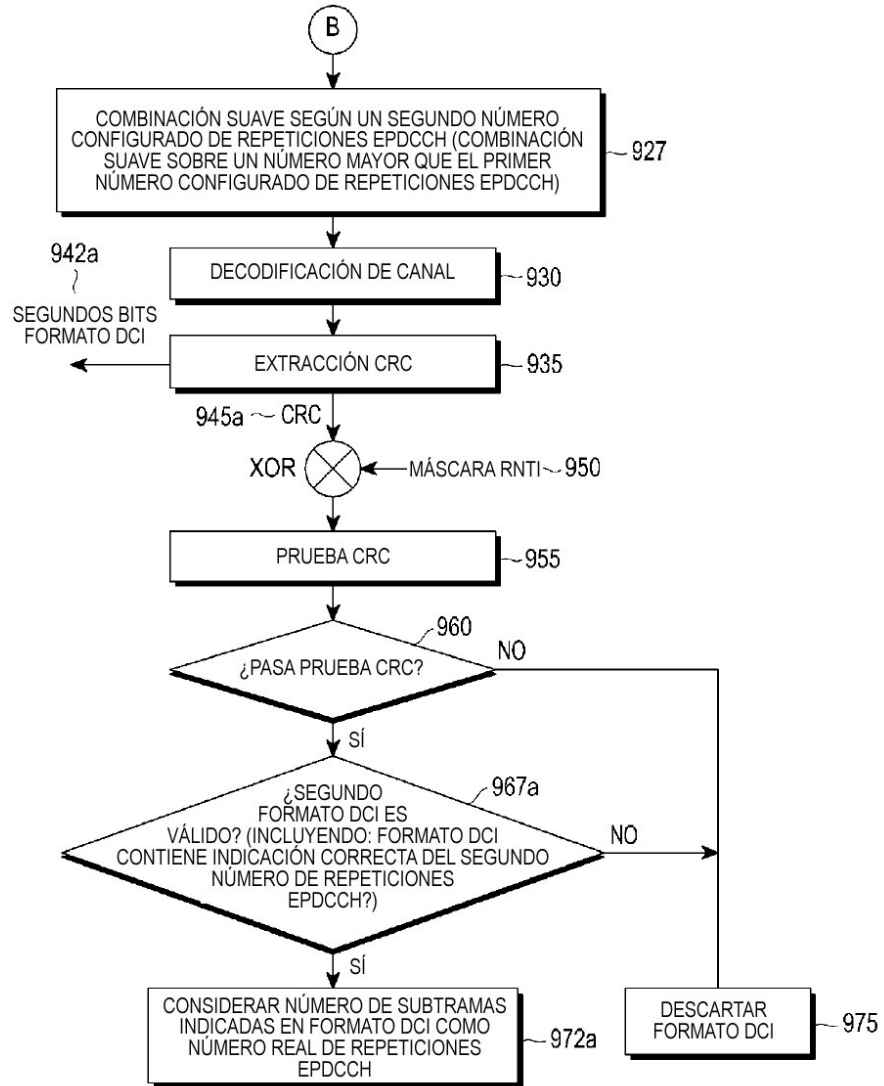


[Fig. 9a]

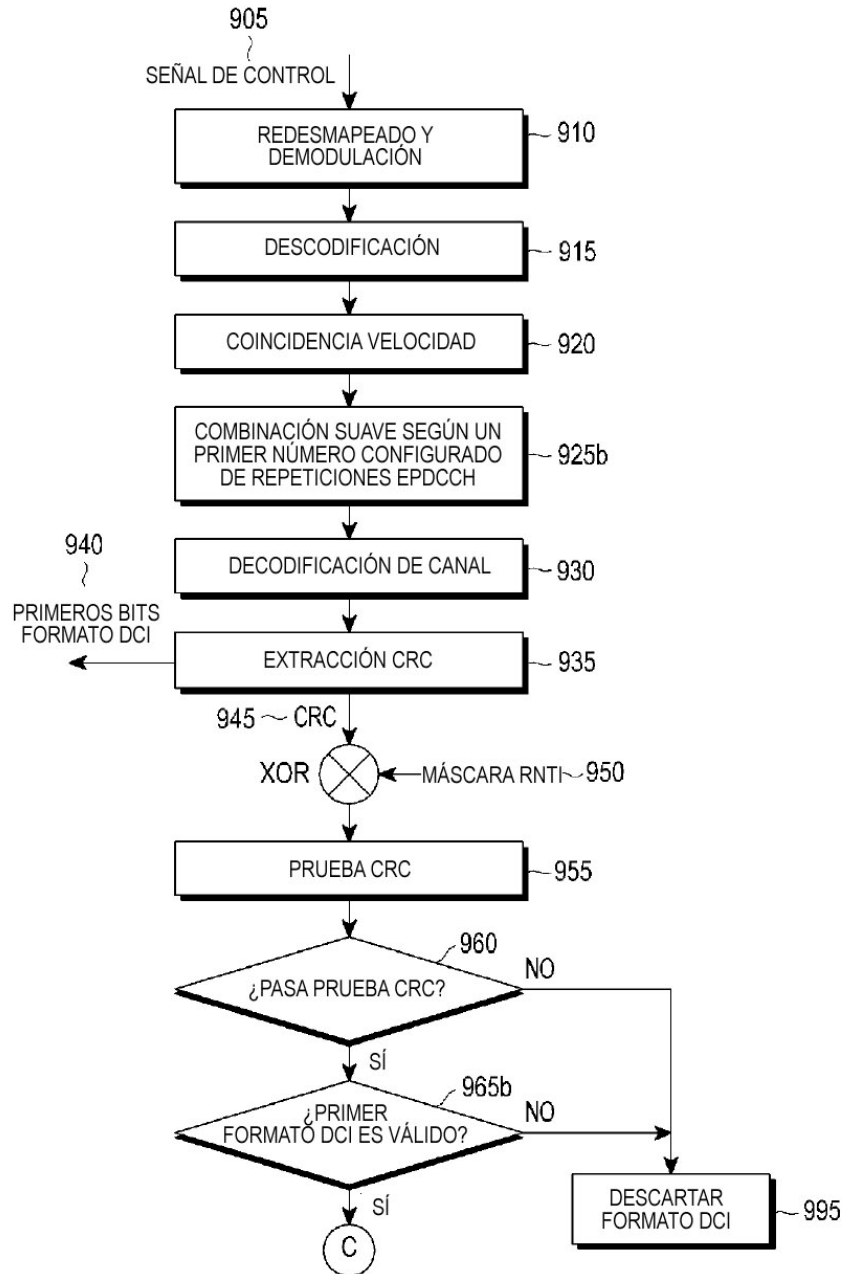




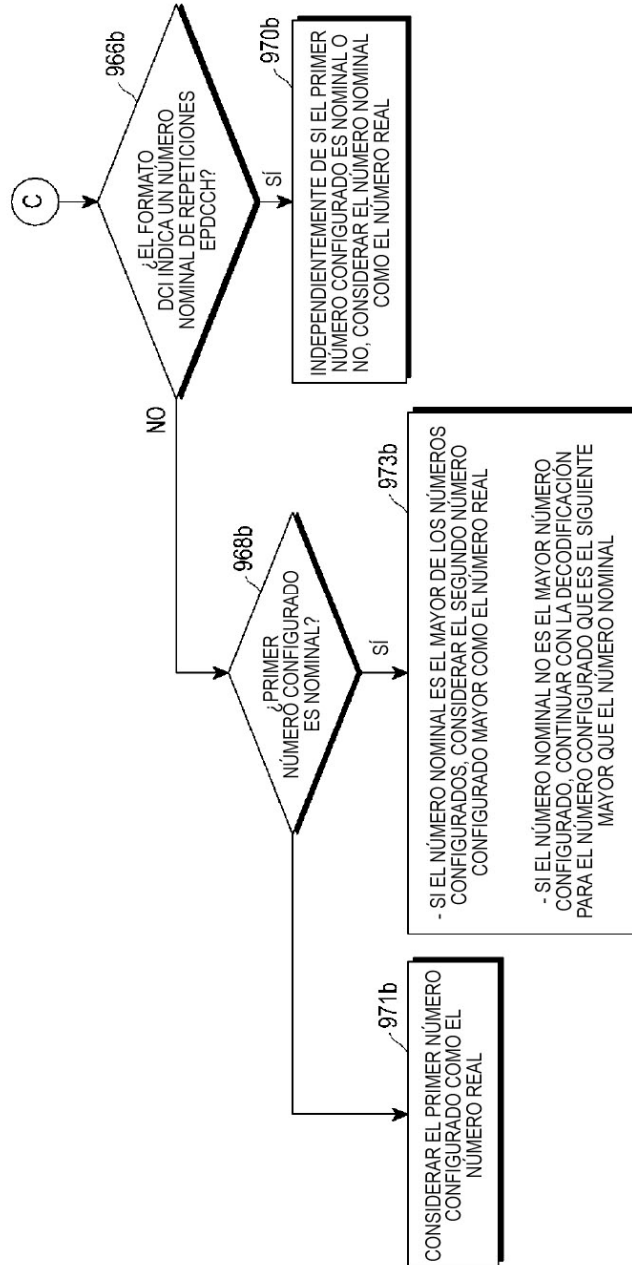
[Fig. 9b]



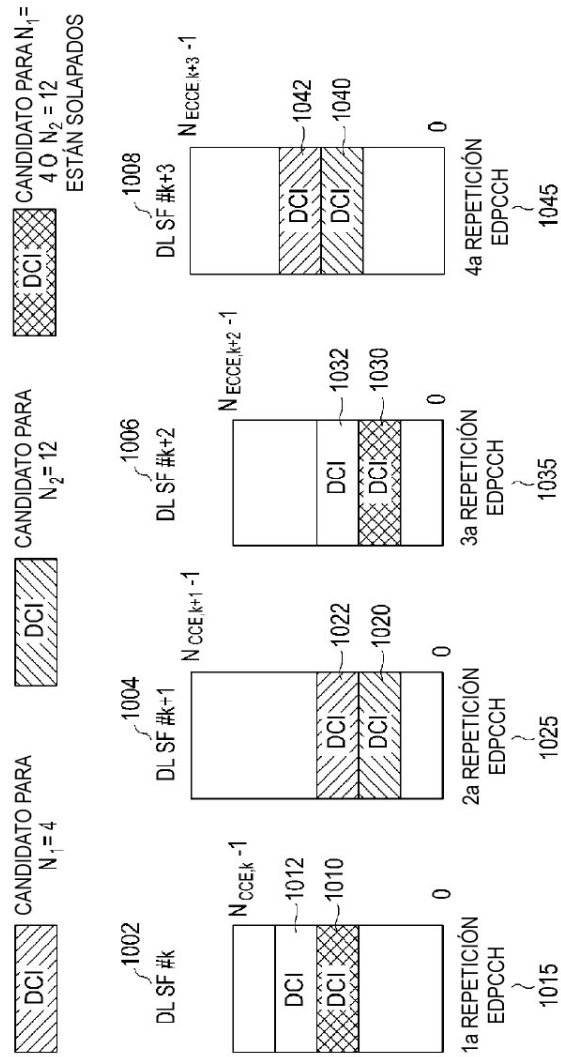
[Fig. 9c]



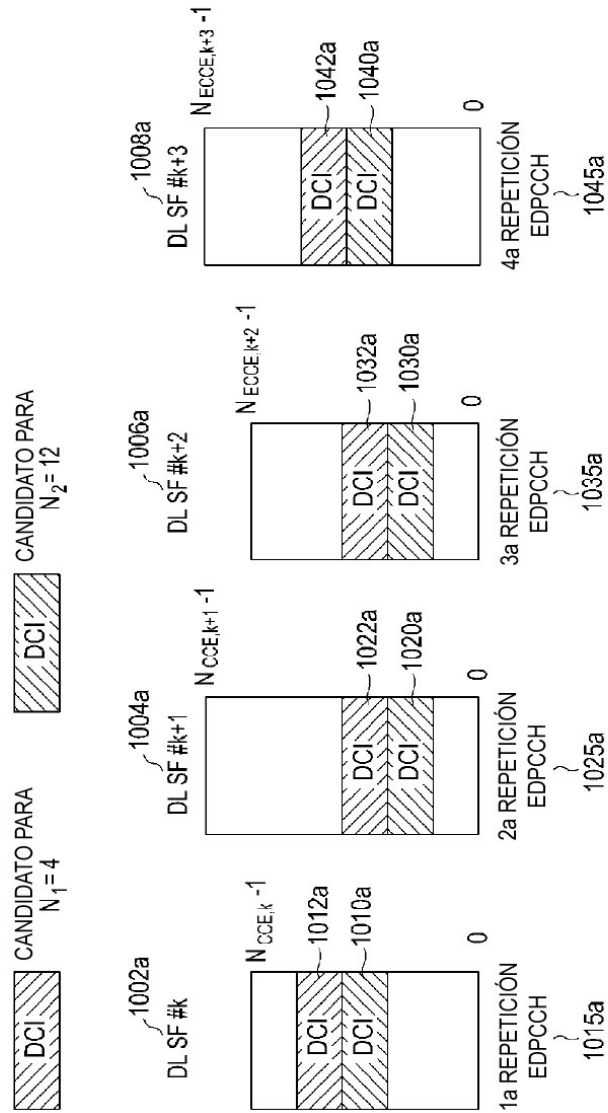
[Fig. 9d]



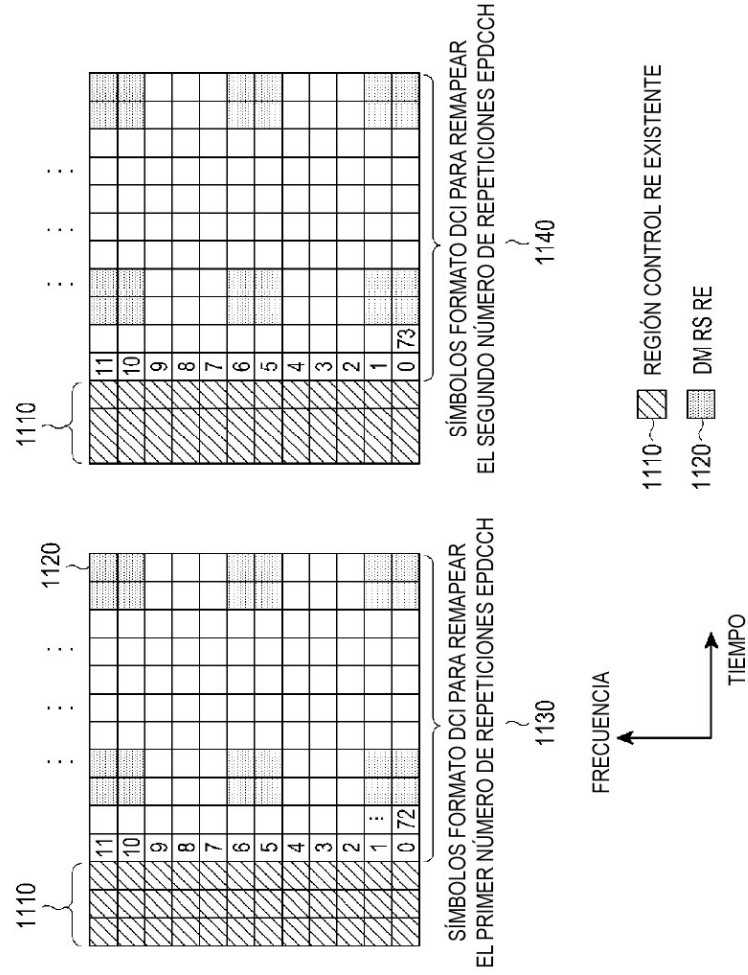
[Fig. 10a]



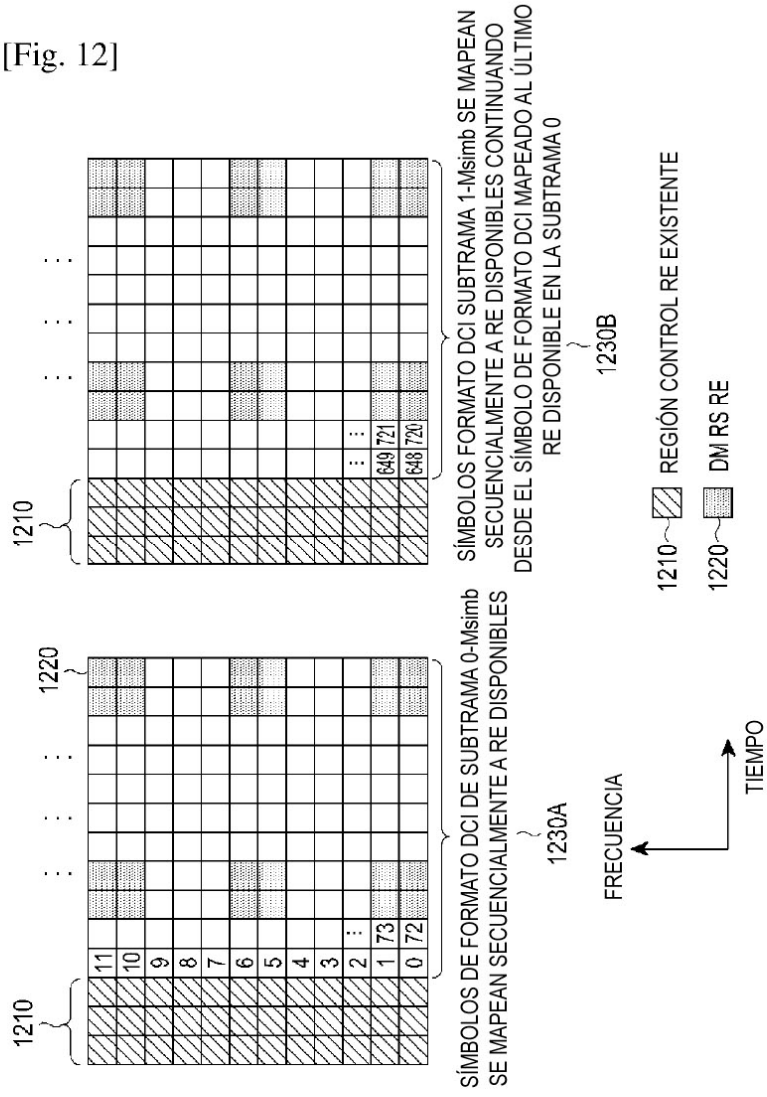
[Fig. 10b]



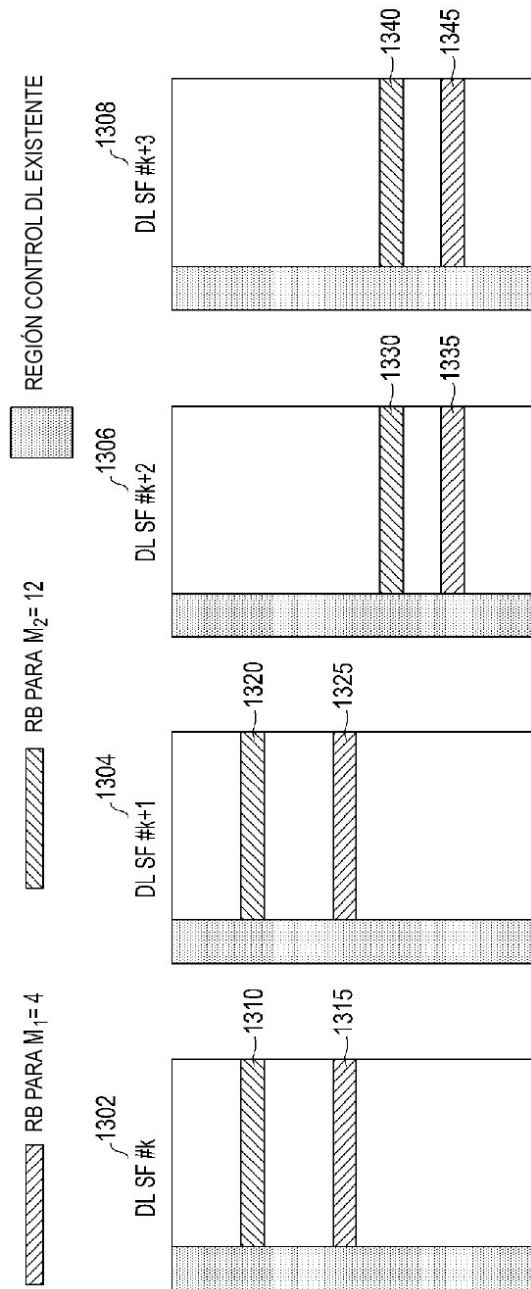
[Fig. 11]



[Fig. 12]

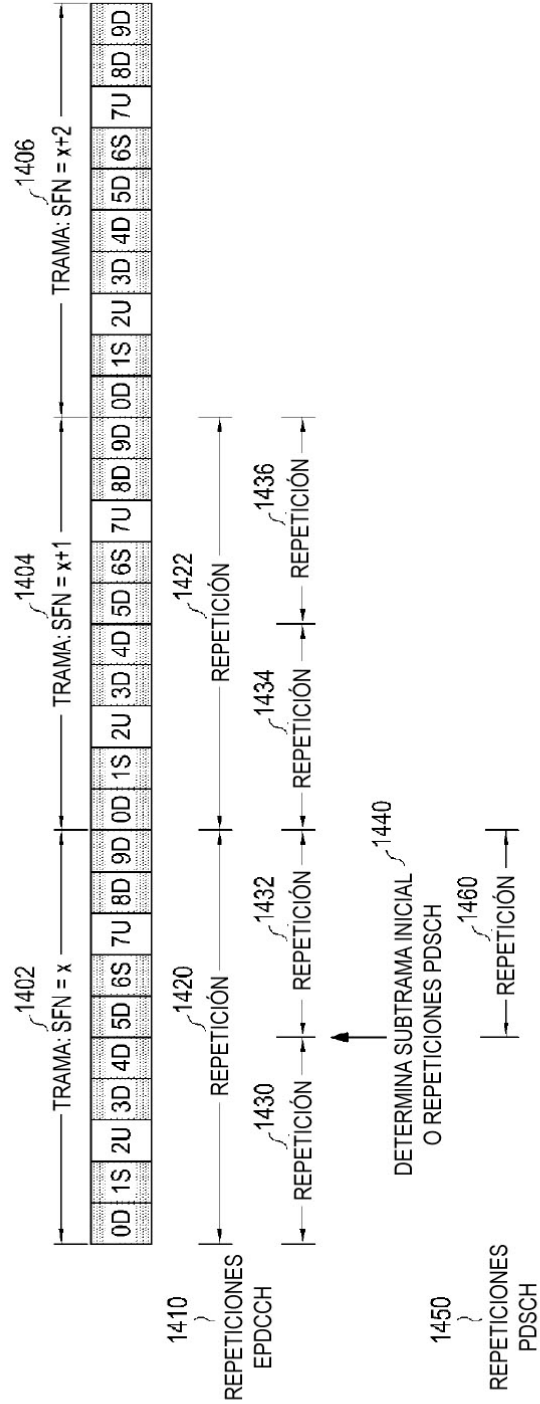


[Fig. 13]

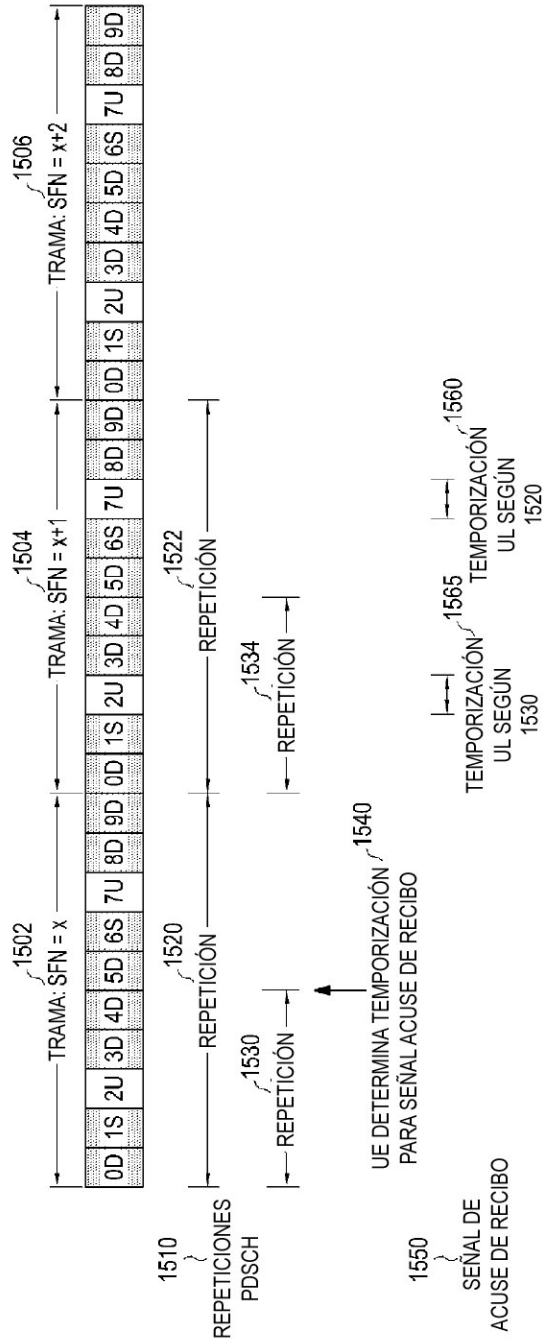




[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]

