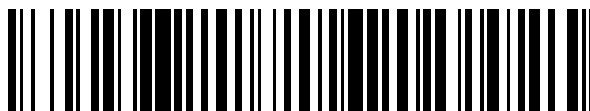


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 262**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18 (2006.01)
H04L 1/00 (2006.01)
H04L 1/16 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04W 28/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2013 PCT/KR2013/000660**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.08.2013 WO13112017**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2013 E 13740554 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.09.2021 EP 2807778**

54 Título: **Procedimiento y aparato para programar comunicación para dispositivos de baja capacidad**

30 Prioridad:

26.01.2012 US 201261590991 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2022

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)
129, Samsung-ro Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, KR

72 Inventor/es:

PAPASAKELLARIOU, ARIS;
JI, HYOUNG-JU y
KIM, YOUNG-BUM

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 905 262 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

Procedimiento y aparato para programar comunicación para dispositivos de baja capacidad

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a sistemas de comunicación inalámbrica. Más en particular, la presente invención se refiere al diseño de formatos de información de control de enlace descendente que programan transmisiones de datos hacia o las recepciones de datos desde equipos de usuario (UE) con capacidades limitadas.

Técnica anterior

- 10 Un sistema de comunicación incluye un enlace descendente (DL) que transporta señales de transmisión desde los puntos de transmisión, tal como las estaciones base (BS o NodoB), a los equipos de usuario (UE), y un enlace ascendente (UL) que transporta las señales de transmisión desde los UE a los puntos de recepción, como los NodoB. Un UE, también denominado comúnmente terminal o estación móvil, puede ser fijo o móvil y puede ser un teléfono celular, un dispositivo de ordenador personal y similares. Un NodoB, que generalmente es una estación fija, también puede denominarse punto de acceso u otra terminología equivalente.

- 15 Las señales DL incluyen señales de datos, que llevan el contenido de la información, señales de control y señales de referencia (RS), que también son denominadas como señales piloto. Un NodoB transmite información de datos a los UE a través de los respectivos Canales Físicos Compartidos de Enlace Descendente (PDSCH) e información de control a través de los respectivos Canales de Control DL (CCH). Pueden admitirse múltiples tipos de RS, como por ejemplo una RS común (CRS) transmitida a lo largo de prácticamente todo el ancho de banda DL (BW) y la RS de desmodulación (DMRS) transmitida en un mismo BW como un PDSCH asociado.

- 20 Las señales UL también incluyen señales de datos, señales de control y RS. Los UE transmiten información de datos a los NodoB a través de los respectivos Canales Físicos Compartidos de Enlace Ascendente (PUSCH) y la información de control a través de los respectivos Canales Físicos de Control de Enlace Ascendente (PUCCH). Un UE que transmite información de datos también puede transmitir información de control a través de un PUSCH. La RS puede ser una DMRS o una RS sonora (SRS) que un UE puede transmitir independientemente de un PUSCH.

- 25 La FIG. 1 es un diagrama que ilustra una estructura para un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) de enlace descendente (DL) de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 1, un TTI DL incluye una subtrama 110 que incluye dos ranuras 120 y un total de

$$N_{\text{símb}}^{\text{DL}}$$

símbolos utilizados para transmitir información de datos, información de control DL (DCI) o RS. Los

$$M_{\text{símb}}^{\text{DL}}$$

primeros símbolos

se utilizan para transmitir CCH DL 130. Los primeros símbolos de

$$M_{\text{símb}}^{\text{DL}}$$

- 30 físico pueden indicarse dinámicamente en cada TTI DL a través de un canal indicador de formato de control (PCFICH). Los símbolos

$$N_{\text{símb}}^{\text{DL}} - M_{\text{símb}}^{\text{DL}}$$

restantes se utilizan principalmente para transmitir PDSCH 140. La BW de transmisión incluye unidades de recursos de frecuencia denominadas bloques de recursos (RB). Cada RB incluye

$$N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$$

subportadoras, o elementos de recursos (RE), y a un UE se le pueden asignar RB M_{PDSCH} para un total

$$M_{\text{sc}}^{\text{PDSCH}} = M_{\text{PDSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$$

- 35 de RE para una BW de transmisión PDSCH en un TTI DL. Algunos RE en algunos símbolos contienen CRS (o DMRS) 150 que permiten la estimación del canal y

la demodulación coherente de las señales de datos o de control en un UE. Una transmisión de PDSCH en una segunda ranura puede estar en una misma BW o en una BW diferente que en una primera ranura. En el primer caso, la transmisión PDSCH se denomina localizada. En cambio, en este último caso la transmisión de PDSCH se refiere como distribuida.

- 5 Una transmisión PDSCH a un UE o una transmisión PUSCH desde un UE puede ser programada por un NodoB a través de una transmisión de un respectivo Canal de Control Físico DL (PDCCH) que transporta un formato DCI que proporciona información para una respectiva transmisión PDSCH o PUSCH como se describe posteriormente. Una transmisión PDSCH o PUSCH también puede ser programada de forma semipersistente (SPS) por un NodoB a través de señalización de capa superior, como la señalización de control de recursos de radio (RRC), en cuyo caso se produce en TTI predeterminados y con parámetros predeterminados especificados por la señalización de capa superior.

10 Para evitar una transmisión PDCCH a un UE que esté bloqueando una transmisión PDCCH a otro UE, la ubicación de cada transmisión PDCCH en el dominio de tiempo-frecuencia de una región de control DL no es única. Por lo tanto, un UE puede realizar múltiples operaciones de decodificación por subtrama DL para determinar si hay PDCCH destinados al UE en una subtrama DL. La unidad de recursos para una transmisión PDCCH se denomina elemento de canal de control (CCE) e incluye múltiples RE. Para un número determinado de bits de formato DCI, el número de CCE para un PDCCH respectivo depende de una tasa de codificación del canal (se supone que el esquema de modulación es Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK)). Un NodoB puede utilizar una tasa de codificación de canal más baja (por ejemplo, más CCE) para transmitir un PDCCH a un UE que experimenta una baja relación señal/ruido (SINR) DL que a un UE que experimenta una alta SINR DL. Los niveles de agregación de CCE (AL) pueden incluir, por ejemplo, 1, 2, 4 y 8 CCE.

20 Un NodoB puede transmitir también información de acuse de recibo (ACKnowledgement) asociada a un Proceso de Requisito Híbrido Automático (HARQ) (información HARQ-ACK) para la transmisión de Bloques de Transporte (TB) de datos en los PUSCH respectivos. Las señales HARQ-ACK a través de los Canales Físicos Indicadores de ARQ-Híbrida (PHICH) respectivos informan a los respectivos UE si las transmisiones de los respectivos TB de datos fueron detectadas correcta o incorrectamente por un NodoB. Para una transmisión PUSCH programada por PDCCH, se puede suponer que el recurso PHICH (n_{PHICH}) se obtiene como en la ecuación (1)

Figura Matemática 1

$$n_{PHICH} = f(I_{PRB_RA}^{indice_más\ bajo}, \pi_{DMRS}, N_{PHICH})$$

30 en la que
 $f(\cdot)$

$$I_{PRB_RA}^{indice_más\ bajo}$$

es una función de un primer RB UL para un PUSCH respectivo, de un parámetro n_{DMRS} proporcionado en un formato DCI que programa el PUSCH como se describe posteriormente, y de otros parámetros. N_{PHICH} se informa a un UE a través de la señalización de capa superior por un NodoB. Para un PUSCH SPS, se puede asignar un recurso PHICH a un UE a través de la señalización de capa superior.

La región de control DL de la FIG. 1 utiliza un máximo de

$$M_{\text{simb}}^{\text{DL}} = 3$$

símbolos de subtrama, y un PDCCH se transmite sustancialmente sobre una BW DL total. En consecuencia, esta región de control tiene una capacidad limitada y no puede lograr la coordinación de las interferencias en el dominio de la frecuencia. La ampliación de la capacidad de PDCCH o la coordinación de interferencias de PDCCH en el dominio de la frecuencia es necesaria en varios casos. Uno de estos casos es el uso extensivo de la multiplexación espacial para las transmisiones PDSCH, en el que múltiples SA DL programan los mismos recursos PDSCH para múltiples UE respectivamente. Otro caso es el de las redes heterogéneas en las que las transmisiones DL de una primera célula experimentan fuertes interferencias de las transmisiones DL de una segunda célula y es necesario coordinar las interferencias DL en el dominio de la frecuencia entre las dos células.

Una extensión directa de una región de control DL como en la FIG. 1 a más de

$$M_{\text{simb}}^{\text{DL}} = 3$$

símbolos de subtrama no es posible, al menos debido al requisito de apoyar a los UE que no pueden ser conscientes de dicha extensión. Una alternativa es soportar la señalización de control DL en una región PDSCH de acuerdo con la técnica relacionada, utilizando RB individuales para transmitir señales de control. Un PDCCH transmitido en RB de una región PDSCH de acuerdo con la técnica relacionada se denominará PDCCH mejorado (EPDCCH).

La FIG. 2 es un diagrama que ilustra las transmisiones EPDCCH en una subtrama DL de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 2, aunque las transmisiones EPDCCH comienzan inmediatamente después de una región de control DL 210 de acuerdo con la técnica relacionada y se extienden por todos los símbolos de subtrama restantes, las transmisiones EPDCCH pueden, en cambio, comenzar siempre en una ubicación fija, como el cuarto símbolo de subtrama, y extenderse por una parte o por todos los símbolos de subtrama restantes. Las transmisiones de EPDCCH se producen en cuatro RB, 220, 230, 240 y 250, mientras que los RB restantes pueden utilizarse para transmitir PDSCH 260, 262, 264, 266 y 268. También se puede admitir un PCFICH mejorado (EPCFICH) o un PHICH mejorado (EPHICH). En un TTI DL, un Canal de Control Mejorado (ECCH), referido a un EPDCCH, un EPCFICH o un EPHICH, puede transmitirse en un mismo RB, en cuyo caso el ECCH se denomina localizado, o en múltiples RB, en cuyo caso el ECCH se refiere como distribuido.

La demodulación de la información transmitida por un EPDCCH puede basarse en una CRS o en una DMRS. Un DMRS se transmite en algunos símbolos de subtrama y en un subconjunto de RE en RB utilizados para una transmisión EPDCCH asociada.

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra una estructura DMRS en un RB sobre un TTI DL de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 3, los RE DMRS 310 se colocan en algunos símbolos de subtrama de un RB utilizado para transmitir un ECCH. Para la multiplexación ortogonal de diferentes DMRS, se asume que una primera transmisión de DMRS utiliza un Código de Cobertura Ortogonal (OCC) de {1, 1} sobre dos RE respectivos que están ubicados en una misma posición de frecuencia y son sucesivos en el dominio del tiempo mientras que se asume que una segunda transmisión de DMRS utiliza un OCC de {1, -1}.

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra un proceso de codificación y transmisión de un formato DCI de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 4, un NodoB codifica y transmite por separado cada formato DCI en un PDCCH o EPDCCH respectivo. Un identificador temporal de red radioeléctrica (RNTI) para un equipo de usuario, al que está destinado un formato DCI, enmascara una Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) de una palabra de código de formato DCI para que el equipo de usuario pueda identificar que un formato DCI particular está destinado al UE. La CRC de los bits (no codificados) del formato DCI 410 se calcula mediante una operación de cálculo de CRC 420, y la CRC se enmascara mediante una operación OR exclusiva (XOR) 430 entre los bits CRC y RNTI 440. La operación XOR 430 se define como: XOR(0,0) = 0, XOR(0,1) = 1, XOR(1,0) = 1, XOR(1,1) = 0. Los bits CRC enmascarados se añaden a

los bits de información del formato DCI mediante una operación de adición de CRC 450, la codificación del canal se lleva a cabo mediante una operación de codificación del canal 460, por ejemplo, utilizando un Código Convolutivo Tail Biting (TBCC), seguida de una operación de adaptación de la velocidad 470 aplicada a los recursos asignados y, por último, una operación de intercalación y modulación 480, tras la cual se transmite la señal de control de salida 490. En el presente ejemplo, tanto CRC como RNTI incluyen 16 bits.

La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un proceso de recepción y decodificación de un formato DCI de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 5, un receptor de UE realiza las operaciones inversas de un transmisor de NodoB para determinar si el UE tiene una asignación de formato DCI en una subtrama DL. Una señal de control recibida 510 se demodula y los bits resultantes se desentrelazan en la operación 520, se restablece una correspondencia de velocidad aplicada en un transmisor NodoB a través de la operación 530, y los datos de control se decodifican posteriormente en la operación 540. Tras decodificar los datos de control, se obtienen los bits de información del formato DCI 560 tras extraer los bits CRC 550, que se desenmascaran 570 aplicando la operación XOR con un RNTI de UE 580. Por último, un UE realiza una prueba CRC 590. Si la prueba CRC se supera, el UE detecta un formato DCI y determina los parámetros para la recepción o transmisión de la señal. Si la prueba de CRC no se supera, un UE descarta un supuesto formato DCI.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra una estructura de transmisión PUSCH sobre un TTI UL de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 6, un TTI UL incluye una subtrama 610 que incluye dos ranuras. Cada ranura 620 incluye

$$N_{\text{simb}}^{\text{UL}}$$

símbolos 630 utilizados para transmitir información de datos, Información de Control UL (UCI), o RS. Una transmisión PUSCH en una ranura puede estar en un mismo BW o en una BW diferente a una transmisión PUSCH en la otra ranura. Algunos símbolos de cada ranura se utilizan para transmitir RS 640, lo que permite la estimación del canal y la demodulación coherente de la información de datos recibida y/o UCI en un NodoB. A un UE se le asignan

650 RB M_{PUSCH} para un total de

$$M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} = M_{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$$

RE para una BW de transmisión PUSCH. El último símbolo de la subtrama puede utilizarse para la transmisión de SRS 660 desde uno o más UE. El objetivo principal de una Señal de Referencia de Sondeo (SRS) es proporcionar a un NodoB una estimación de un medio de canal UL experimentado por un UE respectivo. Los parámetros de transmisión SRS para cada UE son configurados por un NodoB a través de la señalización de capa superior.

Un UE transmite UCI para proporcionar a un NodoB información relacionada con las transmisiones PDSCH al UE o con las transmisiones PUSCH del UE. UCI incluye información HARQ-ACK relativa a una detección correcta o incorrecta de los TB de datos, Información de Estado de Canal (CSI) para un canal DL que experimenta un UE, y una solicitud de servicio (SR) que informa a un NodoB de que un UE tiene datos que transmitir. Un UE que transmite PUSCH también puede proporcionar a un NodoB un Informe de Estado de Amortiguador (BSR) que informa a un NodoB de la cantidad de datos que un UE tiene para transmitir en su amortiguador.

La FIG. 7 es un diagrama que ilustra una estructura PUCCH para la transmisión de señales HARQ-ACK de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 7, las señales HARQ-ACK y la RS que permite la demodulación coherente de las señales HARQ-ACK se transmiten en una ranura 710 de una subtrama PUCCH que incluye 2 ranuras. La transmisión en la otra ranura puede estar en una parte diferente de una BW UL. Los bits de información de HARQ-ACK 720 modulan 730 una secuencia de Zadoff-Chu (ZC) 740, por ejemplo utilizando Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK) para 1 bit de HARQ-ACK o QPSK para 2 bits de HARQ-ACK, que se transmite después de realizar una operación de Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT) 750. Cada RS 760 se transmite con una secuencia ZC no modulada.

Para un sistema BW UL de $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ RB, una secuencia ZC $r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$ está definida por

un desplazamiento cíclico (CS) α de una secuencia ZC base $\bar{r}_{u,v}(n)$ de acuerdo con

$$r_{u,v}^{(\alpha)}(n) = e^{j\alpha n} \bar{r}_{u,v}(n), \quad 0 \leq n < M_{\text{sc}}^{\text{RS}}$$

5

en la que

$$M_{\text{sc}}^{\text{RS}} = m N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$$

es la longitud de la secuencia ZC,

$$1 \leq m \leq N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$$

10

y

$$\bar{r}_{u,v}(n) = x_q(n \bmod N_{\text{ZC}}^{\text{RS}})$$

15 en la que la $q^{\text{ésima}}$ secuencia ZC raíz está definida por

$$x_q(m) = \exp\left(\frac{-j\pi q m(m+1)}{N_{ZC}^{RS}}\right)$$

$$0 \leq m \leq N_{ZC}^{RS} - 1$$

5 con q dado por

$$q = \lfloor \bar{q} + 1/2 \rfloor + v \cdot (-1)^{\lfloor 2\bar{q} \rfloor}$$

y $\bar{q}$ dado por

$$\bar{q} = N_{ZC}^{RS} \cdot (u + 1)/31$$

$$N_{ZC}^{RS}$$

La longitud de una secuencia ZC viene dada por el mayor número primo tal que

$$N_{ZC}^{RS} < M_{sc}^{RS}$$

15 Se pueden definir múltiples secuencias de RS a partir de una única secuencia de bases mediante diferentes valores de α . Se asume que un PUCCH se transmite en un RB (

$$M_{sc}^{RS} = N_{sc}^{RB} \text{)}$$

La FIG. 8 es un diagrama que ilustra un transmisor para una secuencia ZC de acuerdo con la técnica relacionada.

20 Por referencia a la FIG. 8, un asignador 820 asigna una secuencia ZC 810 a RE de una BW de transmisión asignada como RE de la BW de transmisión asignada son indicados por la unidad de selección de RE 825. A continuación, la unidad IFFT 830 realiza una IFFT, la unidad CS 840 aplica una CS a la salida, seguido de una codificación con una

secuencia específica de la célula utilizando el codificador 850. Una señal resultante es filtrada por el filtro 860, una potencia de transmisión es aplicada por el amplificador de potencia 870, y una secuencia ZC es transmitida 880. Como ejemplo, las operaciones inversas se realizan en un receptor NodoB. Sin modulación, una secuencia ZC sirve como RS. Con la modulación, una secuencia ZC sirve como señal HARQ-ACK o como señal CSI. El SR puede ser transmitido usando una secuencia ZC no modulada a través de Modulación On-Off.

Diferentes CS de una secuencia ZC proporcionan secuencias ZC ortogonales. Por lo tanto, se pueden asignar diferentes CS α de una misma secuencia ZC a diferentes UE en un mismo RB PUCCH y lograr una multiplexación ortogonal para las transmisiones de señales HARQ-ACK o de señales CSI, y RS. Para un RB que incluye

$$N_{sc}^{RB} = 12$$

RE, hay 12 CS diferentes. El número de CS utilizables depende de las características de dispersión del canal y suele oscilar entre 3 y 12. La multiplexación ortogonal también puede realizarse en el dominio del tiempo utilizando OCC, en el que los símbolos PUCCH que transportan un mismo tipo de señal en cada ranura se multiplican con elementos de un OCC. Por ejemplo, para la estructura de la FIG. 7, una señal HARQ-ACK en cada ranura puede ser modulada por un OCC de longitud 4, como un OCC Walsh-Hadamard (WH), mientras que una RS en cada ranura puede ser modulada por un OCC de longitud 3, tal como un OCC DFT. De esta manera, la capacidad de multiplexación por RB por subtrama se incrementa en un factor de 3 (por ejemplo, determinado por la OCC con la longitud más pequeña N_{oc}).

Un UE puede determinar implícitamente un recurso PUCCH,

n_{PUCCH} ,

para la transmisión de la señal HARQ-ACK, en respuesta a una recepción PDSCH programada por un PDCCH, en base a un primer CCE, n_{CCE} ,

utilizado para transmitir el PDCCH como en la ecuación (2)

Figura Matemática 2

$$n_{PUCCH} = n_{CCE} + N_{PUCCH}$$

en la que N_{PUCCH} es un desplazamiento informado al UE por el NodoB a través de la señalización de capa superior. El recurso PUCCH proporciona un CS y un OCC en un RB para la transmisión de la señal HARQ-ACK. Para SPS PDSCH, un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK puede ser asignado a un UE por un NodoB a través de la señalización de capa superior.

La codificación de DCI se basa en un TBCC mientras que la codificación de la información de datos se basa en un código turbo. Esto se debe al mejor rendimiento de un TBCC para cargas útiles inferiores a unos 100 bits, tal como TBCC incluido en los formatos DCI, y al mejor rendimiento de un código turbo para cargas útiles superiores a unos 100 bits, tal como TBCC incluido en los TB de datos.

La FIG. 9 es un diagrama que proporciona un rendimiento de detección para un TBCC y para un código turbo de acuerdo con la técnica relacionada.

Por referencia a la FIG. 9, el rendimiento de la detección se proporciona en términos de SINR requerida para lograr una tasa de error de bloqueo (BLER) objetivo de 0,01 que se suele utilizar para DCI, en función de la carga útil suponiendo una tasa de codificación de 1/3. En general, a medida que aumenta el BLER objetivo, disminuye el número de bits para los que un TBCC supera a un código turbo. Por ejemplo, aunque no se ilustra por razones de brevedad,

para un BLER objetivo de 0,1 que se suele utilizar para la detección de información de datos, un TBCC supera a un código turbo para cargas útiles menores de aproximadamente 70-80 bits.

Un formato DCI que programa un PDSCH o un PUSCH incluye varios elementos de información (IE). Diferentes formatos DCI pueden asociarse con diferentes modos de transmisión (TM) PDSCH o PUSCH configurados en un UE. Por ejemplo, un primer formato DCI puede utilizarse para programar una transmisión de un solo TB de datos hacia o desde un UE, mientras que un segundo formato DCI puede utilizarse para programar una transmisión de hasta dos TB de datos. Algunos ejemplos se centran en los formatos DCI asociados a un TB de datos y en un PDSCH de programación de formato DCI que tiene el mismo tamaño que un PUSCH de programación de formato DCI.

La Tabla 1 proporciona IE para un formato DCI que programa un PUSCH para un máximo de un TB de datos. (Tabla 1: IE de un PUSCH de Programación de Formato DCI (Formato DCI 0))

Tabla 1

[Tabla 1]

IE	Número de bits
Indicador de diferenciación para 0/1A	1
RA	$\lceil \log_2(N_{RB}^{UL}(N_{RB}^{UL}+1)/2) \rceil$
Indicador FH	1
MCS y RV	5
NDI	1
Comando TPC para PUSCH	2
Índice CS y OCC n_{DMRS}	3
Solicitud de CSI	1
Solicitud de SRS	1
DAI (TDD)	0 (FDD) o 2 (TDD)
Índice UL (TDD)	0 (FDD) o 2 (TDD)
Bits de relleno para 0=1A	1
RNTI	16
Total	43 (FDD) o 47 (TDD)

Un indicador de diferenciación IE indica uno de los dos formatos DCI, el formato DCI 0 y el formato DCI 1A, que tienen un mismo tamaño. Por ejemplo, un valor de cero indica formato DCI 0 y un valor de uno indica formato DCI 1A.

Un IE de asignación de recursos (RA) indica una parte de una BW UL para una transmisión PUSCH. A un UE se le

$$N_{RB}^{UL}$$

asigna un número de RB consecutivos y para una BW UL

las posibles asignaciones de RB pueden

$$\left\lceil \log_2 (N_{RB}^{UL} (N_{RB}^{UL} + 1) / 2) \right\rceil$$

representarse mediante

bits en

la que $\lceil \cdot \rceil$ es la función de techo que redondea un número al siguiente entero mayor.

5 Un indicador de Salto de Frecuencia (FH) indica si la transmisión del PUSCH está en el mismo ancho de banda o en un ancho de banda diferente en una segunda ranura con respecto a la primera.

10 Un Esquema de Modulación y Codificación (MCS) y una Versión de Redundancia (RV) IE proporciona, a través de uno de un primer número de estados, un esquema de modulación (QPSK, QAM16, QAM64) y una tasa de codificación de un código turbo para una transmisión de un TB de datos. En un caso de retransmisión de un TB de datos de acuerdo con un proceso HARQ de capa física, este IE de RV proporciona a través de uno de los estados restantes el RV para una Redundancia Incremental (IR) que se supone que se aplica utilizando codificación turbo asumiendo retransmisiones HARQ no adaptativas (por ejemplo, el mismo MCS que la transmisión inicial para un mismo TB de datos).

15 Un indicador de datos nuevos (NDI) IE informa a un UE si un TB de datos que el UE debe transmitir es uno nuevo o si el TB de datos corresponde a una retransmisión de un TB de datos anterior (por ejemplo, se asume un proceso HARQ síncrono para transmisiones PUSCH).

Un IE de índice CS y OCC, n_{DMRS} , informa a un UE de un CS y OCC que el UE debe aplicar a una transmisión DMRS.

Un IE de solicitud de CSI informa a un UE si éste debe incluir retroalimentación de CSI en una transmisión PUSCH.

20 Un IE de solicitud de SRS informa al UE si el UE debe transmitir un SRS de acuerdo con un conjunto configurado de parámetros de transmisión de SRS (por ejemplo, el otro estado indica que no hay transmisión de SRS). Los parámetros de transmisión SRS incluyen la BW de transmisión SRS, el CS de la secuencia ZC respectiva, la posición BW de inicio de la transmisión, etc.

25 Para un sistema TDD, se incluyen dos IE adicionales en los formatos DCI que programan las transmisiones PUSCH. Un primer IE es un Índice de Asignación de Enlace Descendente (DAI) que informa a un UE de un número de transmisiones PDSCH al UE dentro de una ventana de agrupación que se define como un número de subtramas DL para las que un UE proporciona retroalimentación HARQ-ACK a un NodoB en una misma subtrama UL. En base al valor de DAI, un UE determina un número de bits HARQ-ACK, de haberlo, que el UE incluye en una transmisión PUSCH. Un segundo IE es un IE de índice UL que informa a un UE de una subtrama UL para una transmisión PUSCH. Esto es aplicable a las configuraciones TDD de subtramas UL-DL que tienen más subtramas UL que subtramas DL. La partición de las subtramas UL-DL es periódica por trama y una trama puede incluir, por ejemplo, 10 subtramas.

30 Por último, se pueden incluir bits de relleno en el formato DCI 0, si procede, para que su tamaño sea igual al del formato DCI 1A.

La Tabla 2 proporciona IE para un formato DCI que programa un PDSCH para un máximo de un TB de datos. (Tabla 2: IE de un PUSCH de Programación en Formato DCI (Formato DCI)).

Tabla 2

[Tabla 2]

IE	Número de Bits
Indicador de Diferenciación para 0/1A	1
RA	$\lceil \log_2(N_{RB}^{DL}(N_{RB}^{DL} + 1)/2) \rceil$
Indicador de Transmisión Distribuida/Localizada (FH)	1
MCS	5
NDI	1
RV	2
Número de Proceso HARQ	3 (FDD) o 4 (TDD)
Comando TPC para PUCCH	2
Solicitud de SRS	1
DAI (TDD)	0 (FDD) o 2 (TDD)
Bits de Relleno para 0=1A	0
RNTI	16
Total (FDD)	43

- 5 La funcionalidad y el tamaño de un IE de indicador de diferenciación, un IE de indicador RA, un IE de indicador distribuida/localizada, un IE MCS, un IE NDI y un IE SRS son los mismos que para el formato DCI 0, y esto también es válido para los bits de relleno. Se asume que la HARQ Asíncrona es para las transmisiones PDSCH y una RV es proporcionada por un IE separado mientras que un IE MCS proporciona sólo información MCS.

Se incluye un IE de número de proceso HARQ en los formatos DCI que programan transmisiones PDSCH para soportar un proceso HARQ asíncrono.

- 10 Un comando IE de control de potencia de transmisión (TPC) proporciona un comando TPC para que un UE ajuste una potencia de una señal HARQ-ACK transmitida en un PUCCH en respuesta a una recepción PDSCH por un UE.

- 15 Un IE DAI proporciona un contador para un número de transmisiones PDSCH a un UE en una ventana de agrupación. Utilizando un IE DAI, un UE puede identificar las recepciones PDSCH perdidas, debido a las respectivas detecciones PDCCH perdidas dentro de una ventana de agrupación, a menos que un UE no detecte un PDCCH en ninguna subtrama posterior después de una o más subtramas de PDCCH perdidas.

- 20 Los UE pueden ser capaces de comunicarse a través de todo la BW del sistema y con grandes tamaños de TB de datos (TBS) o a través de sólo una parte del BW del sistema y con TBS de datos limitados. En el primer caso, los UE pueden beneficiarse de la mayor parte o de todas las capacidades de una red para las recepciones PDSCH o las transmisiones PUSCH, son típicamente utilizados por los humanos, y serán denominados UE convencionales. En este último caso, los UE tienen capacidades sustancialmente reducidas en comparación con los UE de acuerdo con la técnica relacionada con el fin de reducir sustancialmente su costo, están típicamente asociados con las máquinas, y se denominarán UE de Comunicación de Tipo Máquina (MTC).

- 25 Los UE MTC son dispositivos de bajo costo destinados a diversas aplicaciones de tráfico de baja velocidad de datos, incluyendo la medición inteligente, los sistemas de transporte inteligentes, la electrónica de consumo y los dispositivos médicos. Los patrones de tráfico típicos de los equipos MTC se caracterizan por ciclos de trabajo bajos y paquetes de datos pequeños (por ejemplo, TBS pequeños) del orden de unas decenas o unos cientos de bytes. Los UE de MTC

suelen ser de baja movilidad, pero también existen UE de alta movilidad, como por ejemplo los vehículos de motor. Además, a diferencia de los UE de acuerdo con la técnica relacionada, los UE MTC generan más tráfico UL que tráfico DL y la mayoría del tráfico DL es información de control de capa superior para la configuración.

A diferencia de los UE de acuerdo con la técnica relacionada, tal como por ejemplo un teléfono inteligente, que puede tener muchas características, los UE MTC pueden tener sólo un mínimo de características necesarias. En consecuencia, el módem se convierte en el principal contribuyente al costo de un UE MTC. Por lo tanto, los principales factores de costo de los equipos MTC son los componentes de radiofrecuencia (RF) y los componentes de banda base digital (DBB), principalmente para el receptor. Los componentes de RF incluyen un amplificador de potencia, filtros, cadenas de radio del transceptor y, posiblemente, un duplexor (para el funcionamiento FDD de dúplex completo). Los componentes DBB de un receptor UE incluyen un estimador de canal, un ecualizador de canal, un decodificador PDCCH, un decodificador PDSCH y un amortiguador de subtramas. Por ejemplo, un estimador de canal puede basarse en un estimador de error cuadrático medio mínimo (MMSE), un ecualizador de canal puede ser una FFT, un decodificador PDCCH puede ser un decodificador para un TBCC, y un decodificador de datos puede ser un decodificador para un código turbo (TC).

Los costos de RF están relacionados con los procedimientos de implementación y producción, así como con las elecciones de diseño. Por ejemplo, tomando en consideración las economías de escala, puede ser más rentable utilizar un mismo amplificador para los UE convencionales y para los UE MTC (por ejemplo, esto también garantizará la misma cobertura UL) mientras que el número de antenas transmisoras para los UE MTC puede limitarse a una.

Los costos de DBB están relacionados con las capacidades de comunicación de los UE MTC y están dominados por la complejidad del receptor, que suele ser un orden de magnitud mayor que la complejidad del transmisor. Dado que la complejidad del estimador de canal, la complejidad de FFT y los requisitos de almacenamiento en amortiguador de las subtramas están directamente asociados a una BW de recepción, las transmisiones DL a los UE MTC pueden ser sobre una BW más pequeña, al menos en la DBB, que las transmisiones DL a los UE convencionales. Por ejemplo, las transmisiones DL a los UE MTC pueden ser sobre una BW de 1,4 MHz en el DBB mientras que las transmisiones DL a los UE convencionales pueden ser sobre una BW de 20 MHz.

La complejidad de un decodificador PDCCH depende del número de operaciones de decodificación que un UE MTC realiza por subtrama. Dado que los UE MTC no necesitan soportar el mismo número de TM que los UE convencionales, por ejemplo los UE MTC pueden no necesitar soportar la multiplexación espacial para las recepciones PDSCH o las transmisiones PUSCH, el número máximo de operaciones de decodificación que un UE MTC necesita realizar por subtrama puede ser significativamente menor que el de un UE convencional. La complejidad de un decodificador PDSCH depende de la TBS máxima admisible. Permitir un TBS máximo relativamente pequeño para los UE MTC limita la complejidad del decodificador asociado.

Se asume que los UE MTC acceden a un sistema de comunicación de la misma manera que los UE convencionales. Las señales de sincronización se adquieren primero para establecer la sincronización con un NodoB, seguido de la detección de un canal de difusión (BCH) que transmite información esencial para la posterior comunicación entre un NodoB y los UE (por ejemplo, UE convencionales o UE MTC). Independientemente de la anchura de banda digital de un sistema de comunicación, se supone que las señales de sincronización y el BCH se transmiten a través de una anchura de banda digital mínima situada en el centro de la anchura de banda digital de un sistema de comunicación, como por ejemplo, en seis RB centrales de la anchura de banda digital, y a través de un número de símbolos de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) en una subtrama. Tras establecer la comunicación con un NodoB, se puede asignar una parte diferente de una BW DL a un UE MTC.

Un aspecto del soporte a la comunicación para los UE MTC es un diseño de formatos DCI que programan transmisiones PDSCH hacia o transmisiones PUSCH desde los UE MTC. Deben definirse las respectivas TM y una serie de operaciones de decodificación para los PDCCH que lleven los respectivos formatos DCI con el objetivo de minimizar la complejidad del DBB al tiempo que se proporcionan las funcionalidades deseadas. Es deseable que los UE MTC realicen un menor número de operaciones de decodificación que los UE convencionales sin que ello afecte a la eficiencia y funcionalidad de la programación asociada.

Otro aspecto es la reducción de una sobrecarga de PDCCH asociada con la programación de transmisiones PDSCH a o transmisiones PUSCH de UE MTC. Dado que los TBS transmitidos hacia o desde los UE MTC pueden ser significativamente más pequeños que los TBS transmitidos hacia o desde los UE convencionales, se necesitan reducciones similares en la sobrecarga de un PDCCH para el funcionamiento eficiente de un sistema de comunicación.

Finalmente, dado que la comunicación con los UE MTC es típicamente intensiva en UL y la complejidad de un receptor DBB es significativamente mayor que la complejidad de un transmisor DBB, se puede utilizar un procedimiento de codificación más eficiente para la transmisión de datos desde los UE MTC en un PUSCH que para la transmisión de datos a los UE MTC en un PDSCH.

Por lo tanto, existe la necesidad de diseñar los modos de transmisión y los respectivos formatos DCI asociados con las transmisiones PDSCH hacia o las transmisiones PUSCH desde los UE MTC.

Hay otra necesidad de reducir una sobrecarga de PDCCH asociada con la programación de transmisiones PDSCH a o transmisiones PUSCH de UE MTC.

Además, existe otra necesidad de definir procedimientos de codificación diferentes para los datos transmitidos a un UE MTC que para los datos transmitidos desde un UE MTC.

- 5 El documento EP 2 182 689 A2 (Samsung Electronics Co Ltd.) describe un procedimiento en el que se altera el tamaño de la carga útil de un formato DCI para diferenciar entre formatos DCI alternativos.

El documento WO 2009/041785 A2 (LG Electronics Inc.) describe un procedimiento que mejora la precisión de la detección de la información de control mediante la supervisión de los canales de control.

- 10 El documento 3GPP draft, R1-105136, Xi'an, 5 October 2010 (Huawei, HiSilicon) describe el diseño de la señalización de control para MIMO UL.

Divulgación de la invención

Problema técnico

- 15 Por lo tanto, existe la necesidad de un aparato, sistema y procedimiento para diseñar los modos de transmisión y los respectivos formatos de información de control DL (DCI) asociados a las transmisiones PDSCH a los UE MTC o a las transmisiones PUSCH desde los UE MTC, reduciendo una sobrecarga PDCCH asociada a la programación de las transmisiones PDSCH a los UE MTC o a las transmisiones PUSCH desde los UE MTC, y definiendo diferentes procedimientos de codificación para los datos transmitidos a un UE MTC que para los datos transmitidos desde un UE MTC

- 20 La información anterior se presenta como información de antecedentes sólo para ayudar a la comprensión de la presente divulgación. No se ha determinado, ni se afirma, si alguno de los anteriores puede ser aplicable como técnica anterior con respecto a la presente invención.

Solución al problema

- 25 En consecuencia, los aspectos de la presente invención son para abordar al menos los problemas y o desventajas antes mencionados y para proporcionar al menos las ventajas descritas a continuación. Por consiguiente, un aspecto de la presente invención es proporcionar procedimientos y aparatos para diseñar modos de transmisión y formatos respectivos de Información de Control DL (DCI) asociados con transmisiones PDSCH a UE MTC o transmisiones PUSCH desde UE MTC, reducir una sobrecarga PDCCH asociada con la programación de transmisiones PDSCH a UE MTC o transmisiones PUSCH desde UE MTC, y definir diferentes procedimientos de codificación para los datos transmitidos a un UE MTC que para los datos transmitidos desde un UE MTC.

- 30 La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

- De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un procedimiento para que una estación base programe un UE convencional para transmitir un primer PUSCH y un UE MTC para transmitir un segundo PUSCH. El procedimiento incluye la transmisión de un primer formato DCI al UE convencional informando de un primer conjunto de IE que incluye un primer IE de número de proceso HARQ representado por un primer número de bits y la transmisión de un segundo formato DCI al UE MTC informando de un segundo conjunto de IE que incluye un segundo IE de número de proceso HARQ representado por un segundo número de bits, donde el segundo número de bits es menor que el primer número de bits. El primer conjunto de IE puede incluir además un IE CS y OCC representado por un primer número de bits y que indica parámetros de transmisión para una señal de referencia en el primer PUSCH y el segundo conjunto de IE puede incluir además un IE CS y OCC representado por un segundo número de bits y que indica parámetros de transmisión para una señal de referencia en el segundo PUSCH, en el que el segundo número de bits es menor que el primer número de bits. El primer conjunto de IE puede incluir además un IE FH representado por un bit y que indica si la primera transmisión de PUSCH está o no en una misma parte de una BW o en diferentes partes de una BW durante un UL TTI y el segundo conjunto de IE no incluye un IE FH.

- 45 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que una estación base programe un UE convencional para recibir un primer PDSCH y un UE MTC para recibir un segundo PDSCH. El procedimiento incluye la transmisión de un formato DCI al UE convencional informando de un primer conjunto de IE que incluye un primer IE de número de proceso HARQ representado por un primer número de bits y la transmisión de un segundo formato DCI al UE MTC informando de un segundo conjunto de IE que incluye un segundo IE de número de proceso HARQ representado por un segundo número de bits, donde el segundo número de bits es menor que el primer número de bits incluyendo ser igual a cero. El primer conjunto de IE puede incluir además una IE de Versión de Redundancia (RV) representada por un primer número de bits y que indica una RV para una retransmisión de un TB de datos utilizando IR y el segundo conjunto de IE no incluye un IE de RV. El primer conjunto de IE puede incluir además un IE de solicitud de SRS representado por un bit y el segundo conjunto de IE puede incluir además un IE de solicitud de SRS representado por más de un bit y que indica si el segundo UE transmite o no un SRS utilizando un conjunto de parámetros de transmisión de más de un conjunto configurado de parámetros de transmisión. El primer

conjunto de IE puede incluir además un IE RA que indique una BW de transmisión con granularidad de un RB y el segundo conjunto de IE puede incluir un IE RA que indique una BW de transmisión con granularidad de una fracción de un RB. El primer conjunto de IE puede incluir además un IE DAI que informa al primer UE de un número de transmisiones PDSCH dentro de un número de TTI DL y el segundo conjunto de IE no incluye un IE DAI. El primer formato DCI puede ser uno de los dos formatos DCI diferentes correspondientes a dos TM diferentes para el primer PDSCH y el segundo formato DCI es fijo para un TM fijo respectivo para el segundo PDSCH.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que un UE MTC transmita un PUSCH o reciba un PDSCH). El procedimiento incluye la detección de un primer formato DCI o la detección de un segundo formato DCI, en el que el primer formato DCI incluye bits CRC mezclados por un primer RNTI asignado al UE MTC por una estación base y el segundo formato DCI incluye bits CRC mezclados por un segundo RNTI asignado al UE MTC por la estación base, y en el que el primer formato DCI tiene el mismo tamaño que el segundo formato DCI. El segundo formato DCI puede contener además un mapa de bits de X bits, al UE MTC se le asigna uno de los X bits, y el UE MTC transmite un PUSCH o recibe un PDSCH si el bit asignado tiene un valor predeterminado. El segundo formato DCI incluye además un IE que incluye un bit y que indica si programa una transmisión PUSCH o una recepción PDSCH. El UE MTC determina además un recurso de frecuencia para transmitir un PUSCH o para recibir un PDSCH, o determina además un recurso para recibir o transmitir una señal HARQ-ACK respectiva, basándose en una suma de valores de bits situada en el mapa de bits anterior al bit asignado al UE MTC. El primer formato DCI puede programar una transmisión inicial o una retransmisión de un TB de datos y el segundo formato puede programar sólo una transmisión inicial de un TB de datos.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que un UE MTC transmita primeros datos en un PUSCH y reciba segundos datos en un PDSCH. El procedimiento incluye la codificación de los primeros datos mediante un codificador turbo y la transmisión de los primeros datos codificados en el PUSCH, y la recepción del PDSCH y la decodificación de los segundos datos codificados mediante un decodificador convolucional para obtener los segundos datos, en los que un tamaño máximo de los primeros datos es mayor que un tamaño máximo de los segundos datos. El número máximo de recursos de frecuencia para una transmisión PUSCH puede ser mayor que el número máximo de recursos de frecuencia para una recepción PDSCH.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que una estación base programe un primer equipo de usuario (UE) de una primera clase de UE para transmitir un primer canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) y un segundo UE de una segunda clase de UE para transmitir un segundo PUSCH. El procedimiento incluye la transmisión de un primer formato de Información de Control de Enlace Descendente (DCI) al primer UE, en el que la primera DCI comprende un primer conjunto de elementos de información (IE) que incluye un primer IE de número de proceso de repetición automática híbrida (HARQ) representado por un primer número de bits, y la transmisión de un segundo formato DCI al segundo equipo de usuario, en el que la segunda DCI comprende un segundo conjunto de IE que incluye un segundo IE de número de proceso HARQ representado por un segundo número de bits, en el que el segundo número de bits es menor que el primer número de bits.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que una estación base programe un primer equipo de usuario (UE) de una primera clase de UE para recibir un primer canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) y un segundo UE de una segunda clase de UE para recibir un segundo PDSCH. El procedimiento incluye la transmisión de un primer formato de Información de Control de Enlace Descendente (DCI) al primer UE, en el que la primera DCI comprende un primer conjunto de elementos de información (IE) que incluye un primer IE de número de proceso de repetición automática híbrida (HARQ) representado por un primer número de bits, y la transmisión de un segundo formato de DCI al segundo equipo de usuario, en el que la segunda DCI comprende un segundo conjunto de IE que incluye un segundo IE de número de proceso HARQ representado por un segundo número de bits, en el que el segundo número de bits es menor que el primer número de bits, incluso siendo igual a cero.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para que un Equipo de Usuario (UE) transmita primeros datos en un Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) y reciba segundos datos en un Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH). El procedimiento incluye al menos uno de detectar por el UE un primer formato de Información de Control de Enlace Descendente (DCI) y detectar un segundo formato DCI, en el que el primer formato DCI incluye bits de Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) que están codificados por un primer Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI) asignado al UE por una estación base y el segundo formato DCI incluye bits CRC que están codificados por un segundo RNTI asignado al UE por la estación base, y en el que el primer formato DCI tiene el mismo tamaño que el segundo formato DCI, y al menos uno de los dos transmite el PUSCH y recibe el PDSCH en respuesta a la detección de al menos uno de los dos formatos DCI.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un procedimiento para un Equipo de Usuario (UE) para transmitir primeros datos en un Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) y para recibir segundos datos en un Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH). El procedimiento incluye la codificación de los primeros datos mediante un codificador turbo y la transmisión de los primeros datos codificados en el PUSCH, y la recepción del PDSCH y la decodificación de los segundos datos codificados mediante un decodificador convolucional para obtener los segundos datos, en los que un tamaño máximo de los primeros datos es mayor que un tamaño máximo de los segundos datos.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de Equipo de Usuario (UE) para transmitir un Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) o para recibir un Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH). El UE incluye un detector para detectar al menos uno de los formatos de la Primera Información de Control de Enlace Descendente (DCI) y del segundo formato DCI, en el que el primer formato DCI incluye bits de Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) que están codificados por un Primer Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI) asignado al UE por una estación base, en el que el segundo formato DCI incluye bits CRC que están codificados por un segundo RNTI asignado al aparato UE por la estación base, y donde el primer formato DCI tiene un mismo tamaño que el segundo formato DCI, y al menos uno de un transmisor para transmitir el PUSCH o y un receptor para recibir el PDSCH en respuesta a la detección del primer formato DCI o del segundo formato DCI.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de Equipo de Usuario (UE) para transmitir primeros datos en un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) y para recibir segundos datos en un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). El UE incluye un codificador para codificar los primeros datos utilizando un codificador turbo, un transmisor para transmitir los primeros datos codificados en el PUSCH, un receptor para recibir el PDSCH, y un decodificador para decodificar los segundos datos codificados en el PDSCH recibido utilizando un decodificador convolucional para obtener los segundos datos, en el que un tamaño máximo de los primeros datos es mayor que un tamaño máximo de los segundos datos.

Otros aspectos, ventajas y características sobresalientes de la invención se harán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, la cual, tomada en conjunto con los dibujos anexos, desvela realizaciones ejemplares de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Los aspectos, características y ventajas anteriores de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La FIG. 1 es un diagrama que ilustra una estructura para un Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) de Enlace Descendente (DL) de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 2 es un diagrama que ilustra las transmisiones del Canal de Control Físico DL Mejorado EPDCCH en una subtrama DL de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra una estructura de señal de referencia de demodulación (DMRS) en un Bloque de Recursos RB sobre un TTI DL de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra un proceso de codificación y transmisión para un formato de Información de Control DL (DCI) de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un proceso de recepción y decodificación de un formato DCI de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra una estructura de transmisión de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) sobre un TTI de enlace ascendente (UL) de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 7 es un diagrama que ilustra una estructura de canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) para la transmisión de Señales de Repetición Automática Híbrida reQuest-ACK (HARQ-ACK) de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 8 es un diagrama que ilustra un transmisor para una secuencia Zadoff-Chu (ZC) de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 9 es un diagrama que proporciona un rendimiento de detección para un Código Convolucional Tail-Biting (TBCC) y para un código turbo de acuerdo con la técnica relacionada;

La FIG. 10 es un diagrama que ilustra las operaciones de decodificación en un Equipo de Usuario (UE) de Comunicación de Tipo Máquina (MTC);

La FIG. 11 es un diagrama que ilustra una interpretación de un elemento de información (IE) de asignación de recursos (RA) en el formato DCI 0_MTC y en el formato DCI 1A_MTC en base a una configuración de una granularidad de recursos de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La FIG. 12 es un diagrama que ilustra un proceso para la programación de grupos de UE MTC;

La FIG. 13 es un diagrama que ilustra un proceso para que un UE MTC en un grupo de UE MTC determine sus recursos asignados en respuesta a la detección de un formato DCI con un Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI) del grupo MTC;

La FIG. 14 es un diagrama que ilustra una primera determinación de un recurso PUCCH por parte de un UE MTC para la transmisión de la señal HARQ-ACK en respuesta a una detección de un formato DCI con Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) mezclada con MTC-grupo-RNTI;

5 La FIG. 15 es un diagrama que ilustra una segunda determinación de un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK por un UE MTC en respuesta a una detección de un formato DCI con CRC mezclado con MTC-grupo-RNTI;

La FIG. 16 es un diagrama que ilustra una primera determinación de un recurso PHICH por un UE MTC para la recepción de la señal HARQ-ACK en respuesta a una transmisión PUSCH programada por un formato DCI detectado con CRC mezclado con MTC-grupo-RNTI;

10 La FIG. 17 es un diagrama que ilustra una segunda determinación de un recurso Canal Indicador ARQ Híbrido Físico (PHICH) por parte de un UE MTC para la recepción de la señal HARQ-ACK en respuesta a una transmisión PUSCH programada por un formato DCI detectado con CRC mezclado con un; y

15 La FIG. 18 es un diagrama que ilustra una selección de una operación de codificación para la transmisión de datos en un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) a un UE MTC y una operación de codificación para la transmisión de datos en un PUSCH desde un UE MTC.

A lo largo de los dibujos, cabe señalar que se utilizan números de referencia similares para representar elementos, características y estructuras iguales o similares.

Modo de la invención

20 La siguiente descripción, con referencia a los dibujos adjuntos, se proporciona para ayudar a la comprensión global de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

Los términos y palabras utilizados en la siguiente descripción y en las reivindicaciones no se limitan a los significados bibliográficos, sino que son simplemente utilizados por el inventor para permitir una comprensión clara y coherente de la invención. Por consiguiente, debe ser evidente para los expertos en la técnica que la siguiente descripción de las realizaciones ejemplares de la presente invención se proporciona sólo con fines ilustrativos y no con el propósito de limitar la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

25 Debe comprenderse que las formas singulares "un", "una" y "el/la" incluyen referentes plurales a menos que el contexto dicte claramente lo contrario. Por lo tanto, por ejemplo, la referencia a "una superficie del componente" incluye la referencia a una o más de dichas superficies.

30 Además, aunque las realizaciones ejemplares de la presente invención se describirán con referencia a la División de Frecuencia Ortogonal

Multiplexación (OFDM), las realizaciones ejemplares de la presente invención también son aplicables a todas las transmisiones de Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) en general y a la OFDM con Transformada Discreta de Fourier (DFT) en particular. Además, aunque las realizaciones ejemplares de la presente invención se describirán con referencia al Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH), a menos que se indique explícitamente, las realizaciones ejemplares de la presente invención también son aplicables al Canal de Control de Enlace Descendente Físico Mejorado (EPDCCH).

35 La primera realización ejemplar de la presente invención considera un diseño de formatos de Información de Control de Enlace Descendente (DCI) para transmisiones de Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH) hacia y transmisiones de Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) desde un Equipo de Usuario (UE) de Comunicación de Tipo Máquina (MTC).

40 La primera realización ejemplar de la presente invención considera modificaciones al formato DCI 0 y al formato DCI 1A utilizados para los UE convencionales.

45 Los respectivos formatos DCI modificados se denominarán formato DCI 0_MTC y formato DCI 1A_MTC. Uno de los objetivos del diseño es determinar los IE necesarios y su tamaño en el formato DCI 0_MTC y en el formato DCI 1A_MTC teniendo en cuenta las capacidades reducidas y las características operativas de los UE MTC para reducir la sobrecarga de señalización PDCCH asociada. Otro objetivo de diseño es minimizar el número de operaciones de decodificación de PDCCH que un UE MTC realiza por subtrama, diseñando el formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC para incluir un mismo número de bits.

50 Para un diseño de formatos DCI para UE MTC, las realizaciones ejemplares de la presente invención pueden incluir un formato DCI compacto 0 o un formato DCI compacto 1A diseñado para servir a una segunda clase de UE en un sistema de comunicación en el que la segunda clase de UE transmite PUSCH o recibe PDSCH utilizando una BW más pequeño o un TBS más pequeño que una primera clase de UE.

El formato DCI 0_MTC incorpora atributos de menor BW de transmisión o menor TBS de un formato DCI 0 compacto e incluye una o más restricciones adicionales como se describe a continuación.

La Tabla 3 describe los IE incluidos en el formato DCI 0_MTC para un sistema FDD. (Tabla 3 : Formato DCI 0_MTC para Programación PUSCH de MTC)

5 **Tabla 3**

[Tabla 3]

IE	Número de bits
Indicador para Diferenciación de Formato DCI	1
RA	$\lceil \log_2(N_{RB_MTC}^{UL}(N_{RB_MTC}^{UL} + 1)/2) \rceil$
MCS y RV	3
Indicador FH	0
NDI	1
Número de proceso HARQ	0-3
Comando TPC para PUSCH	2
Índice CS y OCC n_{DMRS}	0-1
Solicitud de CSI	1
Solicitud de SRS	1
Bits de relleno para 0=1A	0
RNTI	16
Total (FDD)	30-34

10 Un indicador IE de 1 bit proporciona una diferenciación entre el formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC porque, en cuanto al formato DCI 0 y al formato DCI 1A, las realizaciones ejemplares de la presente invención consideran que estos dos formatos DCI tienen un mismo tamaño.

Un IE RA puede ser reducido en su alcance para abordar sólo una BW de transmisión PUSCH para un UE MTC,

expresado en un número de $N_{RB_MTC}^{UL}$ RB UL, que puede ser menor que una BW de transmisión PUSCH para un UE convencional.

15 Un IE de MCS y RV puede ser reducido de 5 bits a, por ejemplo, 3 bits ya que un MCS correspondiente a QAM16 o QAM64 puede no ser soportado por los UE MTC o ya que una granularidad de MCS puede ser menor que para los UE convencionales. Además, se puede asumir que RV es siempre cero, ya que, para las retransmisiones HARQ de un TB de datos, si tales retransmisiones son soportadas por la capa física, IR tiene un rendimiento similar con la combinación de persecución para TB de datos pequeños.

20 Se puede eliminar un indicador FH IE del formato DCI 0_MTC porque, si los UE MTC utilizan una BW UL pequeña, la diferencia de rendimiento entre un formato que tiene un FH y un formato que no tiene FH para transmisiones PUSCH será pequeña. Un tipo de transmisión PUSCH (por ejemplo, con o sin FH) puede ser una característica operativa por defecto o el tipo de transmisión PUSCH puede ser configurado a un UE MTC por señalización de capa superior. Por ejemplo, si la diversidad de frecuencias ofrecida por FH es pequeña, se puede realizar una transmisión PUSCH sin

FH para obtener una mejor estimación del canal a partir de un posible promedio de DMRS a través de las ranuras de una subtrama PUSCH, como se ilustra en la FIG. 6. Además, como los UE MTC suelen tener poca movilidad, se puede utilizar la señalización de capa superior para configurar si se utiliza FH o no para una transmisión PUSCH.

- 5 Puede incluirse un IE de número de proceso HARQ si se admiten múltiples procesos HARQ para transmisiones PUSCH desde MTC_UE. Si es así, un número de procesos HARQ para los UE MTC puede ser menor que para los UE convencionales, con el fin de reducir los requisitos de almacenamiento en amortiguador y, por lo tanto, reducir la complejidad de la Banda Base Digital (DBB), y puede ser representado con un menor número de bits para los UE MTC, como 2 bits para 4 procesos HARQ, que para los UE convencionales (por ejemplo, 3 bits para 8 procesos HARQ).
- 10 Un IE de índice CS y OCC, n_{DMRS} , puede ser eliminado del formato DCI 0_MTC o ser reducido en su alcance. El IE de índice CS y OCC, n_{DMRS} , puede eliminarse del formato DCI 0_MTC o reducirse en su alcance, ya que si una BW de transmisión PUSCH incluye sólo unos pocos RB, el uso de la multiplexación espacial para las transmisiones PUSCH de diferentes UE MTC no proporciona ganancias de rendimiento UL significativas y, por lo tanto, no es necesario un gran rango para n_{DMRS} para indexar un recurso PHICH en respuesta a cada transmisión PUSCH. Por lo tanto, n_{DMRS}
- 15 puede ser omitido o puede ser representado por un solo bit en lugar de 3 bits como usan los UE convencionales. Si se omite n_{DMRS} , un valor de CS y OCC para una transmisión DMRS puede ser configurado por la señalización de capa superior o ser establecido a un valor por defecto, tal como CS 0 y OCC {1, 1}.
- Un IE de NDI, un IE de comando TPC, un IE de solicitud de CSI, y un IE de solicitud de SRS, pueden ser incluidos en el formato DCI 0_MTC como en el formato DCI 0.
- 20 Para el formato DCI 1A_MTC, al igual que para el formato DCI 0_MTC, las realizaciones ejemplares de la presente invención consideran una capacidad DBB reducida de un UE MTC e incorporan los atributos respectivos mientras diseñan un mismo tamaño para el formato DCI 1A_MTC y el formato DCI 0_MTC. En relación con el formato DCI 1A, el formato DCI 1A_MTC incluye una o más restricciones adicionales que se describen a continuación.
- 25 La Tabla 4 describe los IE incluidos en el formato DCI 1A_MTC para un sistema Dúplex por División de Frecuencia (FDD). (Tabla 4: Formato DCI 1A_MTC para Programación PDSCH de MTC)

Tabla 4

[Tabla 4]

IE	Número de bits
Indicador para 0_MTC/1A_MTC	1
RA	$\lceil \log_2(N_{\text{RB_MTC}}^{\text{DL}}(N_{\text{RB_MTC}}^{\text{DL}} + 1)/2) \rceil$
MCS	3
Indicador de Transmisión Distribuida/Localizada	0
NDI	1
RV	0
Número de proceso HARQ	0-3
Comando TPC para PUCCH	0-2
Solicitud de CSI	0-2
Solicitud de SRS	1-2
Bits de relleno para 0=1A	≥ 0
RNTI	16

IE	Número de bits
Total	27-35

Un indicador IE de 1 bit proporciona la diferenciación entre el formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC.

Un IE RA puede ser reducido en su alcance para abordar sólo una BW de transmisión PDSCH para un UE MTC,

expresado en un número de $N_{RB_MTC}^{DL}$ DL RB, que puede ser menor que una BW de transmisión PDSCH para un UE convencional.

Un IE MCS puede reducirse de 5 bits a 3 bits, ya que las MCS correspondientes a las modulaciones QAM16 o QAM64 pueden no ser soportadas por los UE MTC o una granularidad MCS puede reducirse en relación con los UE convencionales. En cuanto al formato DCI 0_MTC, es posible que sólo se admita un subconjunto de MCS correspondientes a QPSK para un UE convencional (siempre se incluye un MCS más alto correspondiente a QPSK).

Un IE de indicador de transmisión PDSCH distribuida o localizada puede ser eliminado del formato DCI 1A_MTC ya que, si una BW de transmisión PDSCH total disponible para los UE MTC es sólo unos pocos RB, una diferencia de rendimiento entre los dos tipos de transmisión PDSCH (por ejemplo, distribuida o localizada) será pequeña en la práctica. El hecho de que una transmisión PDSCH sea distribuida o localizada puede ser una opción operativa por defecto o puede configurarse a un UE MTC mediante señalización de capa superior, por ejemplo, en función de la movilidad de un UE MTC. Además, si la demodulación de PDSCH se basa en un CRS, se puede distribuir una transmisión de PDSCH porque no se penaliza la precisión de la estimación del canal. Si la demodulación de PDSCH se basa en DMRS, una transmisión de PDSCH puede ser localizada para permitir el promedio de DMRS a través de las dos ranuras por subtrama.

Un IE RV puede ser eliminado del formato DCI 1A_MTC ya que el procesamiento de un TB de datos para retransmisiones HARQ puede estar basado en la combinación de persecución. Alternativamente, con el fin de minimizar los requisitos de almacenamiento en amortiguador en un UE MTC, las retransmisiones HARQ de la capa física pueden no ser soportadas.

Puede incluirse un IE de número de proceso HARQ si se admiten múltiples procesos HARQ asíncronos para transmisiones PDSCH a MTC_UE. En caso contrario, no se incluye un IE de número de proceso HARQ. En cuanto a las transmisiones PUSCH a los UE MTC, el número de procesos HARQ para las transmisiones PDSCH puede ser menor que para los UE convencionales con el fin de reducir los requisitos de almacenamiento en amortiguador y, por tanto, reducir la complejidad del DBB. El número de proceso HARQ IE puede representarse con un número menor de bits para los UE MTC, como 2 bits para 4 procesos HARQ, que para los UE convencionales (3 bits para 8 procesos HARQ). Además, un número de procesos HARQ para transmisiones PDSCH puede ser diferente de un número de procesos HARQ para transmisiones PUSCH. Por ejemplo, en consideración de los requisitos de tráfico asimétrico de los UE MTC (más tráfico UL que tráfico DL), se pueden soportar más procesos HARQ para las transmisiones PUSCH.

Un IE de comando TPC puede ser mantenido usando 2 bits o, si la señalización HARQ-ACK en un PUCCH no es soportada, el IE de comando TPC puede ser completamente eliminado.

En el formato DCI 1A_MTC se puede incluir un IE de NDI y un IE de solicitud de SRS como en el formato DCI 1A.

Como un formato DCI 1A_MTC será más pequeño que un formato DCI 0_MTC, asumiendo al menos las mismas reducciones en el número de bits para los IE comunes a estos dos formatos DCI, y como es deseable mantener un mismo tamaño para el formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC para evitar el aumento del número de operaciones de decodificación PDCCH en un UE MTC, se necesitan bits de relleno para el formato DCI 1A_MTC para hacer su tamaño igual al del formato DCI 0_MTC.

Como los bits de relleno no llevan información, los bits de relleno pueden ser intercambiados por una funcionalidad adicional en el formato DCI 1A_MTC en relación con el formato DCI 1A. Por ejemplo, un IE de solicitud de CSI puede incluirse en el formato DCI 1A_MTC aunque el IE de solicitud de CSI no esté incluido en el formato DCI 1A. Pueden configurarse uno o más recursos PUCCH a un UE MTC mediante señalización de capa superior para la transmisión CSI activada por el formato DCI 1A_MTC. Un valor de IE de solicitud de CSI determina si un UE MTC debe informar de CSI y, en caso afirmativo, qué recurso PUCCH debe utilizar para una transmisión respectiva. Una solicitud de SRS también puede ampliarse de un bit a dos bits para proporcionar más flexibilidad a los recursos, como ubicación CS o BW, utilizados por una transmisión de SRS.

A diferencia del formato DCI 1A que está asociado con la demodulación PDSCH usando un CRS, el formato DCI 1A_MTC puede también soportar la demodulación PDSCH usando un DMRS si una operación DL para un UE MTC está basada en DMRS.

Dado que un TBS para los UE MTC puede ser tan pequeño como unas decenas de bits, una granularidad de BW de un RB para las transmisiones PDSCH a un UE MTC o para las transmisiones PUSCH desde un UE MTC puede ser demasiado grande. La reducción de la granularidad del ancho de banda a media RB puede mejorar la eficiencia espectral de los PDSCH o PUSCH al alinear mejor un TBS con los recursos asignados. El formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC pueden acomodar una granularidad de medio RB simplemente ajustando

$$N_{RB_MTC}^{UL} = 2 \cdot N_{RB_MTC}^{UL}$$

en la Tabla 3 y

$$N_{RB_MTC}^{DL} = 2 \cdot N_{RB_MTC}^{DL}$$

en la Tabla 4.

Aunque el formato DCI 0_MTC de la Tabla 3 y el formato DCI 1A_MTC de la Tabla 4 asumen un sistema FDD, los mismos IE son también aplicables para un sistema TDD. En cuanto a los dos IE adicionales de los formatos DCI para UE convencionales en sistemas TDD, a saber, el IE de índice de asignación de enlace descendente (DAI) y el IE de índice de enlace ascendente (UL), se puede reconsiderar su necesidad para los UE MTC. Dado que la comunicación con los UE MTC suele ser más intensiva en UL que en DL, las transmisiones PUSCH de los UE MTC son más frecuentes que las transmisiones PDSCH a los UE MTC que suelen proporcionar información de señalización de control de capa superior. Por lo tanto, los UE MTC no suelen requerir múltiples transmisiones PDSCH dentro de una ventana de agrupación y un IE DAI puede ser omitido del formato DCI 0_MTC y del formato DCI 1A_MTC. El IE de índice UL convencional debe incluirse en el formato DCI 0_MTC, ya que las configuraciones TDD UL-DL que pretenden soportar principalmente UE MTC pueden tener más subtramas UL que subtramas DL por trama. Se pueden incluir dos bits de relleno adicionales en el formato DCI 1A_MTC para mantener un mismo tamaño con el formato DCI 0_MTC cuando se incluye un IE de índice UL de 2 bits en el formato DCI 0_MTC.

Un número de operaciones de decodificación PDCCH que un UE MTC realiza para cada Elemento de Canal de Control (CCE) AL puede ser configurado por un NodoB a través de señalización de capa superior. Alternativamente, o antes de una configuración por señalización de capa superior, puede admitirse un número fijo de operaciones de decodificación de PDCCH para las respectivas AL de CCE a fin de permitir la detección de una programación de formato DCI PDSCH antes de que pueda proporcionarse cualquier señalización de capa superior. Por ejemplo, un UE MTC puede realizar 2 operaciones de decodificación para AL de 4 CCE y 2 operaciones de decodificación para AL de 8 CCE para detectar un formato DCI en un PDCCH que programe un PDSCH con información de configuración después de que el UE MTC realice el acceso inicial al sistema. Además, dado que la comunicación con los UE MTC es más intensiva en UL que en DL, si un tamaño de un PUSCH de programación de formato DCI es diferente a un tamaño de un PDSCH de programación de formato DCI, entonces, a diferencia de los UE convencionales, un UE MTC puede realizar un mayor número de operaciones de decodificación para los PUSCH de programación de formatos DCI que para los PDSCH de programación de formatos DCI.

La FIG. 10 es un diagrama que ilustra las operaciones de decodificación en un UE MTC.

Por referencia a la FIG. 10, durante un proceso de acceso inicial a un NodoB, un UE MTC realiza un primer número fijo de operaciones de decodificación PDCCH por cada CCE AL respectivo para un primer conjunto de CCE AL en la etapa 1010. Por ejemplo, el UE MTC realiza un primer número fijo de operaciones de decodificación PDCCH por cada CCE AL respectivo para un primer conjunto de CCE AL como se especifica en la operación del sistema de comunicación. Tras detectar un PDCCH que programa un PDSCH que transmite información de configuración como parte del proceso de acceso inicial, en la etapa 1020 el UE MTC es configurado por un NodoB un número de operaciones de decodificación de PDCCH para cada CCE AL para un segundo conjunto de CCE AL o utiliza un segundo número fijo de operaciones de decodificación de PDCCH por cada CCE AL respectivo para un segundo conjunto de CCE AL que puede ser diferente de las operaciones de decodificación de PDCCH utilizadas durante el proceso de acceso inicial. El segundo número fijo de operaciones de decodificación PDCCH por cada CCE AL y el segundo conjunto de CCE AL también pueden ser diferentes en relación con los respectivos para los UE convencionales, mientras que el primer número fijo de operaciones de decodificación PDCCH por cada CCE AL y el primer conjunto de CCE AL pueden ser iguales para los UE MTC y los UE convencionales. Un UE MTC realiza posteriormente una serie de operaciones de decodificación para cada CCE AL en la etapa 1030.

A diferencia de un UE convencional que se asume decodifica al menos un formato DCI dependiente de DL TM que tiene un tamaño diferente al formato DCI 0/1A, la comunicación con un UE MTC puede basarse sólo en el formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC que tienen un mismo tamaño. En consecuencia, un UE MTC realiza como máximo la mitad de operaciones de decodificación de PDCCH que un UE convencional.

- 5 Dado que la complejidad de la Banda Base Digital (DBB) está dominada por el receptor y como la comunicación con los UE MTC es más intensiva en UL que en DL, las transmisiones PUSCH de los UE MTC pueden ser sobre una BW mayor que las transmisiones PDSCH a los UE MTC. Como resultado, contar con un mismo tamaño para los formatos DCI 0_MTC y 1A_MTC no es prácticamente posible sin imponer restricciones adicionales a un IE RA del formato DCI 0_MTC. En este caso, la presente invención considera que una unidad de recurso en formato DCI 0_MTC puede ser
- 10 diferente a una unidad de recurso en formato DCI 1A_MTC. Por ejemplo, si una BW UL total disponible es de 25 RB y una BW DL total disponible es de 6 RB, se puede lograr un mismo tamaño para un IE RA si una unidad de recurso en formato DCI 0_MTC es de 4 RB (para una asignación máxima de recursos UL de 24 RB) y una unidad de recurso en formato DCI 1A_MTC es de 1 RB.

- 15 La FIG. 11 es un diagrama que ilustra una interpretación de un IE de asignación de recursos (RA) en el formato DCI 0_MTC y el formato DCI 1A_MTC basado en una configuración de una granularidad de recursos de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Por referencia a la FIG. 11, en la etapa 1110, un UE MTC es configurado por un NodoB a través de la señalización de capa superior una unidad de recursos de

20 $Q_{RB_MTC}^{DL}$ RB para transmisiones PDSCH y $Q_{RB_MTC}^{DL}$ RB para transmisiones PUSCH. Tras la recepción de un formato DCI 0_MTC que indica la asignación de unidades de

recursos $P_{RB_MTC}^{UL}$, en la etapa 1120, un UE MTC transmite un PUSCH sobre RB. Del mismo modo, tras

la recepción de un formato DCI 1A_MTC que indica la asignación de unidades de recursos $Q_{RB_MTC}^{DL} \cdot P_{RB_MTC}^{DL}$

$P_{RB_MTC}^{UL}$, en la etapa 1130, un UE MTC transmite un PUSCH a través de

25 $Q_{RB_MTC}^{UL} \cdot P_{RB_MTC}^{UL}$ RB 1130. Una unidad de recurso DL

$Q_{RB_MTC}^{DL}$ o una unidad de recurso UL $Q_{RB_MTC}^{UL}$ puede ser una fracción de un RB o un múltiplo de un RB.

- 30 Además de la capacidad de un UE MTC de tener una BW de transmisión PUSCH mayor que una BW de recepción PDSCH, una transmisión PUSCH puede también utilizar un TBS mayor o un MCS mayor que el que utiliza una transmisión PDSCH. Entonces, un IE MCS en formato DCI 0_MTC puede tener una granularidad más gruesa que un IE MCE en formato DCI 1A_MTC o se puede incluir un bit adicional en un IE MCS en formato DCI 0_MTC.

La segunda realización ejemplar de la presente invención considera la programación para un grupo de UE MTC utilizando un único formato DCI que puede programar transmisiones PDSCH o PUSCH hacia o desde, respectivamente, múltiples UE MTC.

Un UE MTC puede ser configurado tanto con un Identificador Temporal de Red de Radio MTC (RNTI) como con MTC-grupo-RNTI. El tamaño de un PDSCH o PUSCH de programación en formato DCI para un grupo de UE MTC está diseñado para ser el mismo que el tamaño de un PDSCH o PUSCH de programación en formato DCI, respectivamente, para un UE MTC individual. Esta restricción evita que aumente el número de operaciones de decodificación de PDCCH para un UE MTC debido a la compatibilidad con la programación de grupos y, por lo tanto, evita que aumente la complejidad del receptor DBB respectivo. En un ejemplo, para adaptarse a las variaciones de tráfico, un NodoB puede decidir (re)configurar simultáneamente a un grupo de UE MTC, mediante señalización de capa superior en los respectivos PDSCH, los parámetros para las transmisiones o recepciones de diversas señales, como las señales de control UL, SRS, etc. En otro ejemplo, en base a un Informe de Estado de Amortiguador (BSR) de algunos UE MTC (no necesariamente en una misma subtrama) en un grupo de UE MTC para el tráfico no sensible al retardo, como la medición, un NodoB puede realizar la programación de grupo de las respectivas transmisiones PUSCH de un grupo de UE MTC.

Con el fin de proporcionar un soporte eficiente para la programación de grupos de UE MTC mientras se cumple la restricción de que un formato DCI respectivo tenga el mismo tamaño que un formato DCI para la programación individual de un UE MTC (ya sea para la transmisión PDSCH o PUSCH), un formato DCI para la programación de grupos de UE MTC debería proporcionar menos flexibilidad, incluso ninguna flexibilidad, en el establecimiento dinámico de valores de IE incluidos en un formato DCI que programe un UE MTC individual.

Un NodoB tiene libertad para determinar si utiliza un formato DCI con CRC mezclado por MTC-UE-RNTI o con MTC-grupo-RNTI. La determinación por parte de un NodoB puede basarse en consideraciones tales como una sobrecarga de control DL (por ejemplo, la programación en grupo es ventajosa), una optimización de la eficiencia espectral de cada transmisión PDSCH o PUSCH (por ejemplo, la programación individual de los UE MTC es ventajosa), un tipo de tráfico de cada UE MTC (por ejemplo, la programación individual es ventajosa para el tráfico sensible al retardo, mientras que la programación en grupo es ventajosa en otros casos), un BSR de cada UE MTC (por ejemplo, la programación individual puede utilizarse si un tamaño de RA asociado a la programación en grupo no es apropiado), etc.

Un formato DCI que programe un grupo de UE MTC (UE asignados a un mismo MTC-grupo-RNTI) debe también ser capaz de identificar los UE MTC programados ya que no todos los UE MTC pueden necesitar recibir PDSCH o transmitir PUSCH. De lo contrario, si un UE MTC asume siempre que está programado un PDSCH o un PUSCH cuando recibe un formato DCI con MTC-grupo-RNTI, puede producirse el respectivo desperdicio de recursos DL o UL para mantener un funcionamiento robusto del sistema. Por lo tanto, un formato DCI que programe un grupo de UE MTC debe incluir un IE de identificación de UE MTC en forma de mapa de bits que indique qué UE MTC de un grupo de UE MTC se está programando realmente. Para este IE de identificación de UE MTC, existe una correspondencia uno a uno entre cada UE MTC, en un grupo de UE MTC, y un elemento binario en un mapa de bits. Esta correspondencia está representada por MTC-índice IE que, junto con una configuración a un UE MTC para la programación de grupos por MTC-grupo-RNTI, es informado por un NodoB a un UE MTC por adelantado a través de la señalización de capa superior.

La FIG. 12 es un diagrama que ilustra un proceso para la programación de grupos de UE MTC.

Por referencia a la FIG. 12, en la etapa 1210, un NodoB configura en primer lugar un UE MTC con MTC-grupo-RNTI y con un respectivo MTC-índice 1212 en un UE MTC IE de identificación 1214 incluido en un formato DCI con CRC mezclado por un respectivo MTC-grupo-RNTI. A continuación, en la etapa 1220, un UE MTC detecta un formato DCI con CRC mezclado con MTC-grupo-RNTI asignado al UE MTC. Posteriormente, un UE MTC examina un valor IE de identificación MTC en su índice MTC asignado 1230. Por ejemplo, el UE MTC determina si el IE de identificación MTC está establecido en 1. Si este valor se establece en 1, el proceso procede al paso 1240 en el que un UE MTC recibe PDSCH o transmite PUSCH dependiendo de un tipo respectivo del formato DCI. De lo contrario, si el valor no se establece en 1, el proceso procede al paso 1250 en el que un UE MTC ignora un formato DCI.

Bajo un objetivo de contar con un mismo tamaño para un formato DCI que programe un UE MTC individual y un formato DCI que programe un grupo de UE MTC, un tratamiento de IE en el primer formato DCI es ahora considerado en un diseño del último formato DCI.

Un indicador de diferenciación de formato DCI de 1 bit indica si un formato DCI es aplicable a la programación de grupos PDSCH o a la programación de grupos PUSCH. La funcionalidad de este IE es la misma que para la programación individual de UE MTC con formato DCI 0_MTC o formato DCI 1A_MTC. Una alternativa es configurar un UE con un primer MTC-grupo-RNTI para la programación de grupos PDSCH y con un segundo MTC-grupo-RNTI para la programación de grupos PUSCH o configurar un UE sólo para la programación de grupos PDSCH o sólo para la programación de grupos PUSCH.

No se incluye un IE RA en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC. En cambio, los recursos asignados a cada UE MTC de un grupo están predeterminados y, aunque no es necesario, todos los UE MTC de un mismo grupo pueden tener un mismo tamaño de recursos. Esto conduce a una implementación más sencilla dado que un UE MTC en un grupo no requiere señalización explícita adicional para obtener sus recursos asignados. Una unidad de asignación de recursos puede ser un múltiplo o un submúltiplo de $MTC_{grupo_RA-unidad}$ a RB y puede ser informada a un

UE MTC por un NodoB a través de señalización de capa superior o estar predeterminada en la operación de un sistema de comunicación. Los recursos disponibles pueden comenzar a partir de un recurso predeterminado, $MTC_{\text{grupo_RA_primero}}$ que puede ser informado a un UE MTC por señalización de capa superior o ser determinado implícitamente, y continuar en un orden secuencial en pasos de una unidad de asignación de recursos. Un UE MTC determina un punto de partida $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$ de sus RB $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$ asignados de $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$ para la recepción de PDSCH o la transmisión de PUSCH, en base a una suma de elementos en un IE de identificación de UE MTC situado antes de una localización ($MTC\text{-índice}$) configurada al UE MTC, $MTC_{\text{run_sum}}$, y

$$MTC_{\text{RA-inicio}} = MTC_{\text{grupo_RA_primero}} + MTC_{\text{run_sum}} \cdot MTC_{\text{grupo_RA_unidad}}$$

Por ejemplo, para un formato DCI que realiza programación PDSCH a un grupo de 4 UE MTC, a un primer UE MTC con valor de mapa de bits (valor de índice MTC) de 1 puede ser asignado un RB con un índice más bajo (es 1 $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$, $MTC_{\text{grupo_RA_primero}} = 0$, y), un segundo UE MTC con valor de mapa de bits de 1 $MTC_{\text{run_sum}} = 0$ puede ser asignado a un RB con un segundo índice más bajo ($MTC_{\text{run_sum}} = 1$), y así sucesivamente. En un caso en el que se utilicen E-CCH, los respectivos RB pueden ser excluidos por los UE MTC en una determinación de sus respectivos recursos y $MTC_{\text{grupo_RA-primero}}$ puede seguir siendo determinado implícitamente excluyendo los recursos asignados a una transmisión de E-CCH.

La FIG. 13 es un diagrama que ilustra un proceso para que un UE MTC en un grupo de UE MTC determine sus recursos asignados en respuesta a la detección de un formato DCI con MTC-grupo-RNTI.

Por referencia a la FIG. 13, en la etapa 1310, un UE MTC configurado con MTC-grupo-RNTI y con MTC-índice (localización) en una identificación de IE de UE MTC contenida en un formato DCI con CRC mezclado por MTC-grupo-RNTI, como se describe en la FIG. 12, detecta un PDCCH respectivo y determina que un valor de IE de identificación de UE MTC en su índice MTC asignado es igual a 1. A continuación, en la etapa 1320, un UE MTC también determina que un UE MTC IE de identificación incluye otros 2 valores de 1, 1322 y 1324, situados antes de su MTC-índice asignado 1326 (). En base a una unidad de recursos $MTC_{\text{run_sum}} = 2$ señalada o $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$, un UE MTC determina su recurso $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$ para la recepción PDSCH o para la transmisión PUSCH comenzando en

$$MTC_{\text{RA-inicio}} = MTC_{\text{grupo_RA_primero}} + 2 \cdot MTC_{\text{grupo_RA_unidad}}$$

y con un tamaño de $MTC_{\text{grupo_RA-unidad}}$ RB en la etapa 1330.

Un IE de tipo de transmisión (IE de transmisión distribuida/localizada o IE de indicador FH) puede no ser incluido en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC. En cambio, todas las transmisiones pueden tener un mismo tipo que puede estar predeterminado en el funcionamiento de un sistema de comunicación o ser configurado a cada UE MTC en el grupo de UE MTC por señalización de capa superior. Por ejemplo, todas las transmisiones PDSCH pueden ser distribuidas y todas las transmisiones PUSCH pueden realizar FH.

Un IE MCS y RV para la transmisión PUSCH o un IE MCS para la transmisión PDSCH pueden o no estar incluidos en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC. Si no se incluye un IE de MCS y RV, se configura un MCS para cada UE MTC en un grupo de UE MTC por señalización de capa superior. Por ejemplo, un MCS puede basarse en SINR a largo plazo que experimenta un UE MTC en un canal UL o en un canal DL. Si se incluye un IE de MCS y RV, se puede reducir el número de bits respectivos en comparación con el número de bits de un formato DCI que programe un UE MTC individual, por ejemplo de 3 a 2. Al menos en el caso de las transmisiones PUSCH, un RV es siempre cero (por ejemplo, sólo las transmisiones iniciales de un TB pueden ser soportadas por la programación de grupos como se discute posteriormente).

Un IE NDI puede no estar incluido en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC y las respectivas transmisiones PDSCH o PUSCH pueden ser siempre transmisiones iniciales. Una razón para no soportar la programación de grupos para las retransmisiones de un proceso HARQ, si dichas retransmisiones son soportadas en la capa física, es debido a una probabilidad mucho menor de que un grupo predeterminado de UE MTC requiera dichas retransmisiones. Por ejemplo, si un formato DCI programa transmisiones PDSCH a un grupo de UE MTC, una retransmisión sólo será necesaria para los UE MTC que no recibieron correctamente una transmisión PDSCH inicial y, para las tasas de error PDSCH típicas, es más probable que una retransmisión sea necesaria para muchos menos UE MTC que los que tienen una transmisión inicial. Un formato DCI que programe un UE MTC individual puede entonces ser utilizado para las retransmisiones de un proceso HARQ, si tales retransmisiones son soportadas en la capa física.

Un IE RV puede no ser incluido en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC para las respectivas transmisiones PDSCH por las mismas razones que para no incluir un IE NDI como se ha mencionado anteriormente.

5 Un IE de proceso HARQ puede o no ser incluido en un formato DCI que programe transmisiones PDSCH o PUSCH hacia o desde, respectivamente, un grupo de UE MTC. Si no se incluye un IE de proceso HARQ, puede determinarse implícitamente un número de proceso HARQ (por ejemplo, suponiendo que se admita más de un proceso HARQ), por ejemplo, vinculando un proceso HARQ a un número de subtrama (por ejemplo, HARQ síncrono tanto en DL como en UL).

10 Un IE de comando TPC puede o no ser incluido en un formato DCI que programe transmisiones PDSCH o PUSCH hacia o desde, respectivamente, un grupo de UE MTC. Si no se admite la señalización HARQ-ACK para los UE MTC, en lugar de un comando TPC, un formato DCI puede incluir un MCS para transmisiones PDSCH o PUSCH hacia o desde, respectivamente, un grupo de UE MTC. La adaptación del enlace se realiza entonces sobre la base de la adaptación MCS en lugar de la adaptación de la potencia (por ejemplo, un UE MTC puede asumir un comando TPC que indica que no hay ajuste de potencia).

15 En otra alternativa, se incluye un IE de comando TPC que incluye 1 bit en un formato DCI que programa transmisiones PDSCH o PUSCH hacia o desde, respectivamente, un grupo de UE MTC. El comando TPC IE de 1 bit puede indicar, por ejemplo, un ajuste de potencia de $\{-11\}$ dB en lugar de un ajuste de potencia de $\{-3, -1, 0, 1\}$ dB que puede ser soportado por un comando TPC IE de 2 bits.

20 En otra alternativa, no se incluye un IE TPC ni un IE MCS en un formato DCI para la programación PDSCH o PUSCH a un grupo de UE MTC. En un caso en el que se necesite un comando TPC negativo, una consecuencia es una interferencia algo mayor. En un caso en el que se necesite un comando TPC positivo, una consecuencia es una tasa de error algo mayor.

25 Un IE de índice CS y OCC, n_{DMRS} , puede no ser incluido en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC para transmisiones PUSCH. En cambio, todos los UE MTC pueden utilizar un mismo CS y OCC que pueden ser predeterminados, como por ejemplo CS=0 y OCC={1,1}, o pueden ser configurados por señalización de capa superior. Un recurso para la transmisión PHICH, si lo hay, puede derivarse de un valor MTC_{run_sum} para un UE respectivo como se describe a continuación.

30 Puede no incluirse un IE de solicitud de CSI en un formato DCI que programe transmisiones PUSCH desde un grupo de UE MTC. Dado que la retroalimentación de la CSI está asociada a la programación de PDSCH, es posible que no todos los UE MTC programen transmisiones de PUSCH para informar de la CSI en los respectivos PUSCH. Alternativamente, se puede utilizar un formato DCI con MTC-UE-RNTI o se pueden configurar los UE MTC con MTC-grupo-RNTI separado que desencadene la retroalimentación CSI utilizando PUSCH o PUCCH y la determinación de los parámetros de transmisión puede ser similar a la de los datos en un PUSCH como se describió anteriormente.

35 Un IE de solicitud de SRS puede no incluirse en un formato DCI que programe transmisiones PDSCH hacia o transmisiones PUSCH desde un grupo de UE MTC ya que no todos los UE MTC pueden requerir también transmitir SRS. Alternativamente, se puede utilizar un formato DCI con MTC-UE-RNTI o se pueden configurar los UE MTC con MTC-grupo-RNTI separado que active la transmisión de SRS con parámetros previamente configurados por un NodoB a través de la señalización de capa superior para cada UE MTC en un grupo de UE MTC.

40 Por lo tanto, un formato DCI que programe un grupo de UE MTC puede incluir sólo MTC-grupo-RNTI respectivo y un IE de identificación UE MTC (mapa de bits) sin incluir ningún IE proporcionado por un formato DCI que programe un UE MTC individual. Alternativamente, un formato DCI que programe un grupo de UE MTC puede también incluir un número mínimo de IE proporcionados por un formato DCI que programe un UE MTC individual, como un MCS IE o un TPC IE.

45 La Tabla 5 proporciona contenidos para un formato DCI con CRC mezclado por MTC-grupo-RNTI que programa transmisiones PDSCH a o transmisiones PUSCH desde un grupo de UE MTC bajo las alternativas previamente discutidas para los IE incluidos. El tamaño de un formato DCI que programe un grupo de UE MTC es el mismo que el de un formato DCI que programe un UE MTC individual y se supone que es de bits. (Tabla 5: Formatos DCI para Programación de Grupos de UE MTC)

Tabla 5

[Tabla 5]

IE	Formato DCI de Grupo - Opción 1	Formato DCI de Grupo - Opción 2
Indicador para Programación de DL/UL	1	1
Identificación de UE MTC	$Q-17$	$\lfloor (Q-17)/(I+1) \rfloor$
IE adicionales (bits por UE MTC)	-	I
Bits de relleno	-	$Q-17 \lfloor (Q-17)/(I+1) \rfloor - (I+1)$
Grupo MTC-RNTI	16	16
Total	Q	Q

5 Si un formato DCI que programa un grupo de UE MTC incluye sólo MTC-grupo-RNTI/CRC y una indicador para distinguir entre PDSCH y PUSCH, un número máximo de UE MTC en un grupo es $Q-17$. Por ejemplo, para $Q = 29$, un grupo puede incluir hasta 12 UE MTC.

Si un formato DCI que programa un grupo de UE MTC incluye adicionalmente otros IE, como un IE TPC o un IE MCS, correspondientes a I bits por UE MTC, un número máximo de UE MTC en un grupo es $Q = 29$

$$\left\lfloor \frac{(Q-17)}{(I+1)} \right\rfloor$$

10 Por ejemplo, para $I=2$ y $Q = 29$, un grupo puede incluir hasta 4 UE MTC. El número de IE incluidos en un formato DCI que programe un UE MTC individual que también se incluye en un formato DCI que programe un grupo de UE MTC debe ser lo más pequeño posible, incluso con cierta degradación aceptable del rendimiento o pérdida de flexibilidad, dado que, de lo contrario, el número de UE MTC en un grupo puede llegar a ser demasiado bajo para que la programación de grupos sea útil.

15 Una ventaja de soportar un gran número de UE MTC mediante la programación de grupos es permitir al programador del NodoB dirigirse a cualquier subconjunto de estos UE con un único formato DCI, mejorando así la flexibilidad del programador sin transmitir múltiples formatos DCI e incurrir en la correspondiente sobrecarga de señalización. Para un ancho de banda total de PDSCH o un ancho de banda total de PUSCH que incluye aproximadamente 6 RB (por ejemplo, al menos para el funcionamiento de DBB), se puede programar un máximo de 10-12 UE MTC por subtrama (suponiendo una unidad de recurso de medio RB). Por lo tanto, para la programación de grupos, son aplicables tanto

20 un formato DCI que pueda dirigirse a hasta 12 UE MTC (pero no programar todos los 12 UE MTC) como un formato DCI que pueda dirigirse a 4 UE MTC (y posiblemente programar todos los 4 UE MTC).

En la presente invención se ha asumido hasta ahora que un PDSCH de programación de formato DCI para un UE MTC individual tiene un mismo tamaño que un PUSCH de programación de formato DCI para un UE individual como se describe en la primera realización ejemplar de la presente invención. Sin embargo, esta no es una condición

25 necesaria de la presente invención, para la cual una única condición es que un formato DCI que programe un grupo de UE MTC para PDSCH o PUSCH cuente con un mismo tamaño con un formato DCI que programe PDSCH o PUSCH para un UE MTC individual, respectivamente. Si el tamaño de un formato DCI para la programación de PDSCH no es el mismo que el tamaño del formato DCI para la programación de PUSCH, ya sea para un UE MTC individual o para un grupo de UE MTC, no se necesita un indicador IE para diferenciar la programación de DL de la programación de UL.

30

Una transmisión de señal HARQ-ACK desde o hacia un UE MTC en respuesta a una recepción de un PDSCH o una transmisión de un PUSCH, respectivamente, a través de la programación de grupo por un formato DCI respectivo con CRC mezclado por MTC-grupo-RNTI es considerada posteriormente. Un objetivo es proporcionar una técnica para que un sistema de comunicación soporte dicha señalización HARQ-ACK y para que un UE MTC derive un recurso PUCCH o PHICH respectivo. Se asume una determinación de recursos PUCCH o PHICH, de acuerdo con la ecuación (2) y la ecuación (1), respectivamente, pero puede aplicarse cualquier otra determinación de recursos de referencia.

35

Si un UE MTC transmite una señal HARQ-ACK en respuesta a una detección de un formato DCI con CRC mezclado por MTC-grupo-RNTI, o en general en respuesta a una detección de un formato DCI asociado con la programación de grupos DL, la presente invención considera que un UE MTC determina un recurso PUCCH para la transmisión de la

señal HARQ-ACK en base a su valor MTC_{run_sum} determinado a partir de un IE de identificación de UE MTC incluido en el formato DCI.

En una primera aproximación, cada UE MTC configurado para la programación de grupos PDSCH y con un RNTI de grupo MTC se configura también mediante señalización de capa superior un conjunto de recursos PUCCH para la transmisión de señales HARQ-ACK. Un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK desde un primer UE MTC, que es el UE MTC para el que un primer bit en un mapa de bits de un IE de identificación de UE MTC es igual a uno, puede determinarse como para un UE convencional y derivarse del primer CCE utilizado para transmitir un PDCCH que transmite el formato DCI como en la ecuación (2). Un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK de cada UE MTC restante con programación real, de acuerdo con lo determinado por un IE de identificación de UE MTC, se determina a partir de un conjunto de recursos PUCCH configurados en función de un valor MTC_{run_sum} respectivo.

La FIG. 14 es un diagrama que ilustra una primera determinación de un recurso PUCCH por parte de un UE MTC para la transmisión de señales HARQ-ACK en respuesta a una detección de un formato DCI con CRC mezclado con MTC-grupo-RNTI.

Por referencia a la FIG. 14, en la etapa 1410, un UE MTC detecta un formato DCI con MTC-grupo-RNTI y con el valor UE MTC IE de identificación en su MTC-índice asignado igual a 1. A continuación, un UE MTC calcula una MTC_{run_sum} respectiva en la etapa 1420 y en la etapa 1430, el UE MTC examina su valor. Por ejemplo, la MTC determina si $MTC_{run_sum} = 0$. Si $MTC_{run_sum} = 0$, el UE MTC determina un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK desde un primer CCE utilizado para transmitir un PDCCH respectivo en la etapa 1440. De lo contrario, si MTC_{run_sum} no es igual a 0, entonces el UE MTC determina un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK para ser un recurso MTC_{run_sum} de un conjunto de recursos PUCCH configurados por un NodoB al UE MTC a través de señalización de capa superior en la etapa 1450.

En una modificación del primer enfoque, un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK desde un primer UE MTC con programación real también puede determinarse a partir de un conjunto de recursos PUCCH configurados asociando cada valor MTC_{run_sum} con un recurso PUCCH configurado en un orden ascendente empezando por un valor MTC_{run_sum} de 0.

En un segundo enfoque, todos los recursos PUCCH pueden derivarse implícitamente de una primera CCE utilizada para transmitir un PDCCH que transmite un formato DCI que programa un grupo de UE MTC y un valor MTC_{run_sum} para cada UE MTC programado de acuerdo con lo determinado por un IE de identificación de UE MTC. En este caso, depende del programador del NodoB evitar las transmisiones de señales HARQ-ACK de múltiples UE utilizando un mismo recurso PUCCH.

La FIG. 15 es un diagrama que ilustra una segunda determinación de un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK por un UE MTC en respuesta a una detección de un formato DCI con CRC mezclado con MTC-grupo-RNTI.

Por referencia a la FIG. 15, en la etapa 1510, un UE MTC detecta un formato DCI con una CRC mezclado por MTC-grupo-RNTI y con un valor UE MTC IE de identificación en su MTC-índice asignado igual a 1. A continuación, en la etapa 1520, el UE MTC calcula un valor de MTC_{run_sum} respectivo. El UE MTC determina un recurso PUCCH para la transmisión de la señal HARQ-ACK como

n_{PUCCH}

$$n_{PUCCH} = n_{CCE} + MTC_{run_sum} + N_{PUCCH}$$

en la etapa 1530.

Si una señal HARQ-ACK es transmitida por un NodoB a un UE MTC en respuesta a una transmisión PUSCH programada por un formato DCI con CRC mezclado por MTC-grupo-RNTI, el UE MTC puede también determinar un recurso PHICH respectivo basado en un valor MTC_{run_sum} determinado a partir de un IE de identificación de UE MTC usando enfoques similares a los de la determinación de recursos PUCCH para la transmisión de señales HARQ-ACK desde el UE MTC.

En un primer enfoque, los recursos PHICH para las transmisiones de señales HARQ-ACK a los UE MTC con transmisiones PUSCH a través de la programación de grupos se configuran mediante señalización de capa superior. Cada UE MTC programado determina un recurso PHICH respectivo, a partir de un conjunto configurado de recursos, de acuerdo con un mapeo uno a uno entre cada recurso PHICH configurado y un valor MTC_{run_sum} en el que un primer

recurso PHICH configurado se asigna a $MTC_{run_sum}=0$, un segundo recurso PHICH configurado se asigna a $MTC_{run_sum}=1$, y así sucesivamente.

La FIG. 16 es un diagrama que ilustra una primera determinación de un recurso PHICH por parte de un UE MTC para la recepción de señales HARQ-ACK en respuesta a una transmisión PUSCH programada por un formato DCI detectado con CRC mezclado con un RNTI de grupo MTC.

Por referencia a la FIG. 16, en la etapa 1610, un UE MTC detecta un formato DCI con MTC-grupo-RNTI y con el valor UE MTC IE de identificación en su MTC-índice asignado igual a 1. A continuación, en la etapa 1620, el UE MTC calcula una MTC_{run_sum} respectiva. En la etapa 1630, el UE MTC determina un recurso PHICH para la recepción de la señal HARQ-ACK para ser el recurso MTC_{run_sum} de un conjunto de recursos PUCCH configurados por un NodoB al UE MTC a través de la señalización de capa superior donde un primer recurso PHICH configurado se asigna a $MTC_{run_sum}=0$, un segundo recurso PHICH configurado se asigna a $MTC_{run_sum}=1$, y así sucesivamente.

En un segundo enfoque, los recursos PHICH para transmisiones de señales HARQ-ACK a UE MTC con transmisiones PUSCH a través de la programación de grupos se determinan a partir de un primer recurso $MTC_{RA-inicio}$ para una respectiva transmisión PUSCH. Esto es similar a un enfoque convencional para determinar un recurso de transmisión

$$I_{\text{índice_más bajo PRB RA}}$$

PHICH, pero n_{DMRS} puede no existir y se sustituye por MTC_{run_sum} que un UE MTC determina a partir de un UE MTC IE de identificación.

La FIG. 17 es un diagrama que ilustra una segunda determinación de un recurso PHICH por parte de un UE MTC para la recepción de señales HARQ-ACK en respuesta a una transmisión PUSCH programada por un formato DCI detectado con CRC mezclado con un RNTI de grupo MTC.

Por referencia a la FIG. 17, en la etapa 1710, un UE MTC detecta un formato DCI con MTC-grupo-RNTI y con el valor UE MTC IE de identificación en su MTC-índice asignado igual a 1. A continuación, en la etapa 1720, el UE MTC calcula la MTC_{run_sum} respectiva. En la etapa 1730, el UE MTC determina un recurso PHICH n_{PHICH} para la recepción de la señal HARQ-ACK como

$$n_{PHICH} = f(MTC_{run_sum}, N_{PHICH})$$

La presente invención considera un procedimiento de codificación de datos en un PDSCH transmitido a un UE MTC y un procedimiento de codificación de datos en un PUSCH transmitido desde un UE MTC.

A diferencia de los UE convencionales para los cuales un TBS típicamente excede unos 70 bits y un TC es siempre utilizado, la mayoría de las cargas útiles de información de datos a los UE MTC son sólo del orden de unas pocas decenas de bits. Además, en consideración de la complejidad del receptor DBB de un UE MTC, es preferente un decodificador convolucional a un decodificador turbo. Además, un UE MTC ya incluye decodificadores convolucionales para la decodificación PDCCH. Por lo tanto, a diferencia de un UE convencional, un TB de datos transmitido en un PDSCH a un UE MTC puede codificarse utilizando un TBCC. Un TBS transmitido desde un UE MTC en un PUSCH suele ser mayor que un TBS transmitido a un UE MTC en un PDSCH y, como la complejidad de un codificador turbo es mucho menor que la de un decodificador turbo, se puede utilizar un codificador turbo o un codificador convolucional para codificar los datos transmitidos desde un UE MTC. Para un MCS máximo igual o similar de datos transmitidos en un PDSCH o en un PUSCH, un TBS máximo mayor para datos en un PUSCH que en un PDSCH implica un tamaño máximo mayor de recursos de frecuencia para un PUSCH que para un PDSCH.

La FIG. 18 es un diagrama que ilustra una selección de una operación de codificación para la transmisión de datos en un PDSCH a un UE MTC y una operación de codificación para la transmisión de datos en un PUSCH desde un UE MTC.

Por referencia a la FIG. 18, en la etapa 1810, un UE MTC codifica una información de datos utilizando un TC. En la etapa 1820, el UE MTC decodifica una información de datos utilizando un TBCC. Las operaciones inversas se realizan

en un Nodob (decodificación mediante un TC y codificación mediante un código convolucional como, por ejemplo, un TBCC).

5 Aunque la invención se ha mostrado y descrito con referencia a ciertas realizaciones ejemplares de la misma, los expertos en la técnica comprenderán que pueden realizarse diversos cambios de forma y detalles en la misma sin apartarse del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para que una estación base programe un primer equipo de usuario, UE, de una primera clase de UE para transmitir un primer canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, y un segundo UE de una segunda clase de UE para transmitir un segundo PUSCH, comprendiendo el procedimiento:

5 transmitir un primer formato de información de control de enlace descendente, DCI, al primer UE, en el que la primera DCI comprende un primer conjunto de elementos de información, IE, que incluye un primer IE de número de proceso de solicitud de repetición automática híbrida, HARQ, representado por un primer número de bits, incluyendo también el primer conjunto de IE un desplazamiento cíclico, CS, y un código de cobertura ortogonal, OCC, IE que informa al primer UE de un CS y OCC para una señal de referencia de demodulación, DMRS, en el primer PUSCH; y

10 transmitir un segundo formato DCI al segundo UE, en el que la segunda DCI comprende un segundo conjunto de IE incluyendo un segundo IE de número de proceso HARQ representado por un segundo número de bits, en el que el segundo número de bits es menor que el primer número de bits, en el que el segundo conjunto de IE no incluye un IE CS y OCC.

15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el valor de CS y el valor de OCC para una transmisión de señal de referencia en el segundo PUSCH están predeterminados en una operación del sistema para que sean 0 y {1, 1}, respectivamente.

20 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer conjunto de IE incluye un IE de salto de frecuencia, FH, representado por un bit y que indica si una transmisión del primer PUSCH está o no en una misma parte de un ancho de banda o en diferentes partes de un ancho de banda durante un intervalo de tiempo de transmisión, y en el que el segundo conjunto de IE no incluye un IE de FH, y en el que la señalización de capa superior configura si una transmisión del segundo PUSCH está o no en una misma parte de un ancho de banda o en diferentes partes de un ancho de banda durante un intervalo de tiempo de transmisión.

25 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer conjunto de IE incluye un esquema de modulación y codificación, MCS, y una versión de redundancia, RV, IE representada por un primer número de bits,

 en el que el segundo conjunto de IE incluye un IE MCS representado por un segundo número de bits y no incluye información RV, y

 en el que el segundo número de bits es menor que el primer número de bits.

5. El procedimiento de la reivindicación 1,

30 en el que el primer conjunto de IE incluye un IE de asignación de recursos, RA, representado por un primer número de bits y asigna bloques de recursos, RB, para una transmisión del primer PUSCH sobre un primer ancho de banda,

 en el que el segundo conjunto de IE incluye un IE RA representado por un segundo número de bits y asigna RB para una transmisión del segundo PUSCH sobre un segundo ancho de banda,

35 en el que el segundo número de bits es menor que el primer número de bits y en el que el segundo ancho de banda es menor que el primer ancho de banda,

 en el que el IE RA incluido en el primer conjunto de IE indica un ancho de banda de transmisión con granularidad de un RB, y

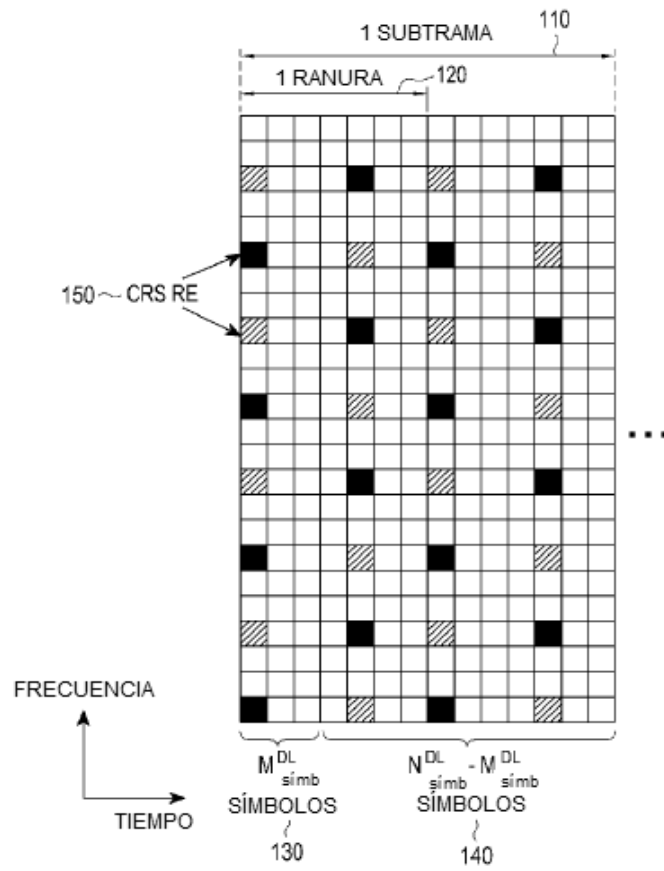
40 en el que el IE RA incluido en el segundo conjunto de IE indica un ancho de banda de transmisión con granularidad de una fracción de un RB.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la segunda clase de UE está configurada para UE de baja complejidad con ancho de banda limitado.

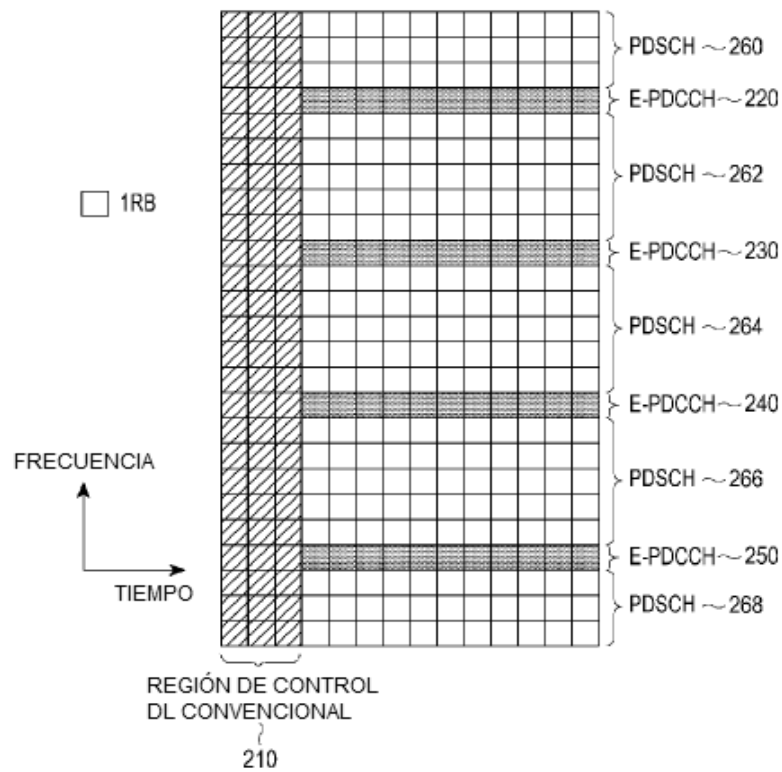
7. Un aparato para uso en una estación base, el aparato configurado para realizar el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 6.

45

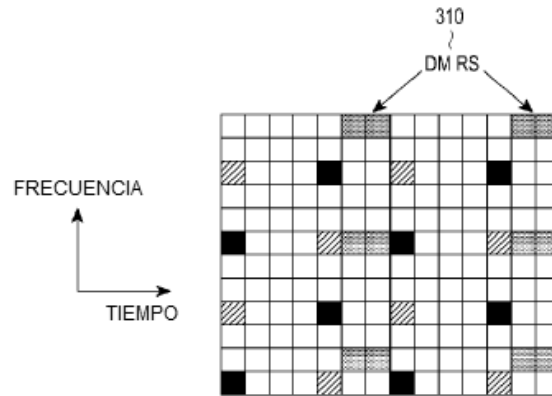
[Fig. 1]



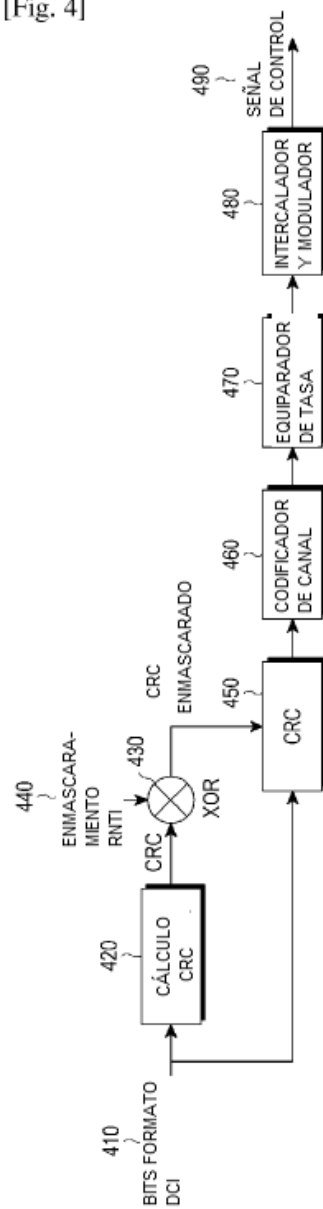
[Fig. 2]



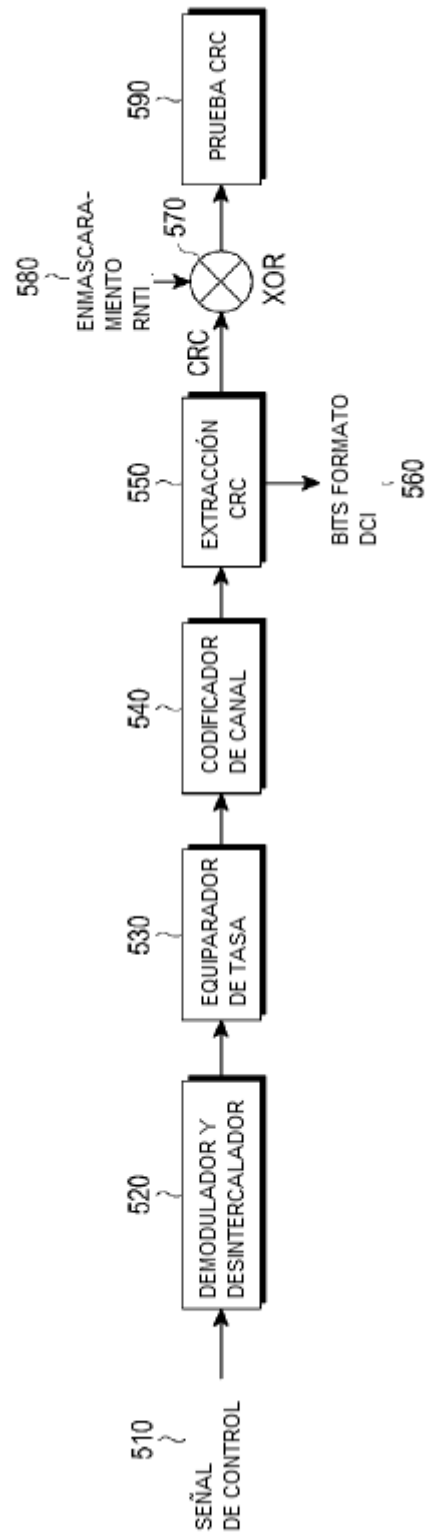
[Fig. 3]



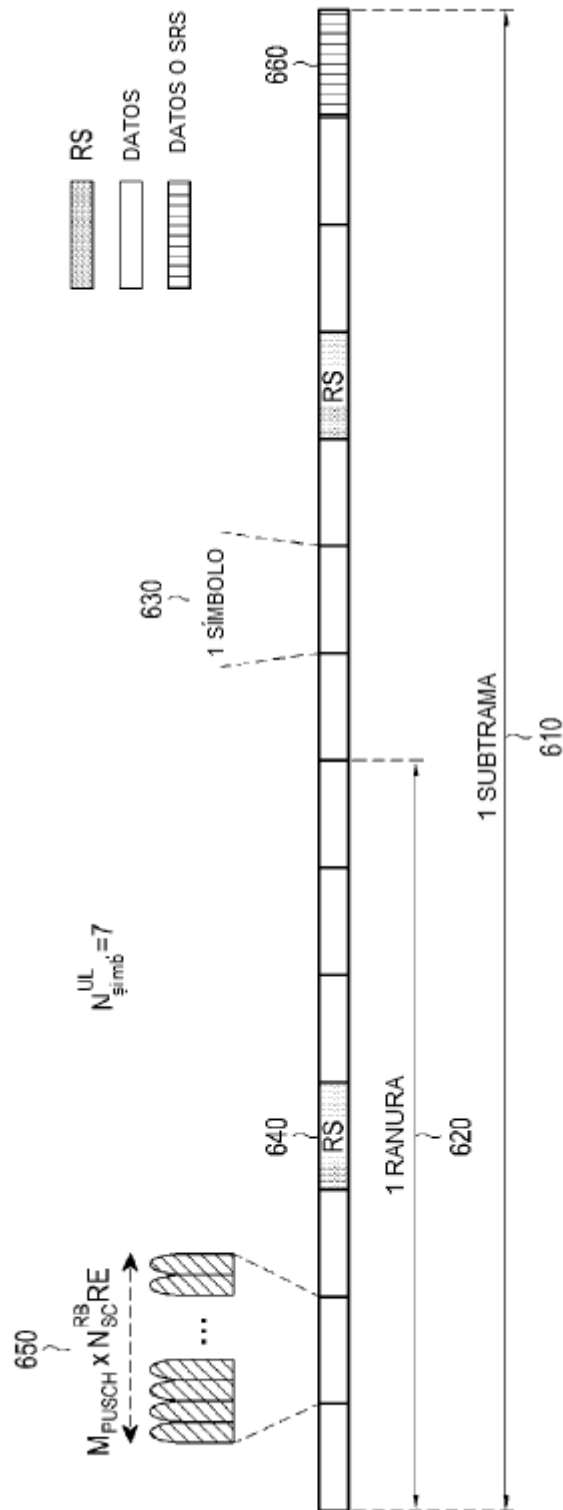
[Fig. 4]



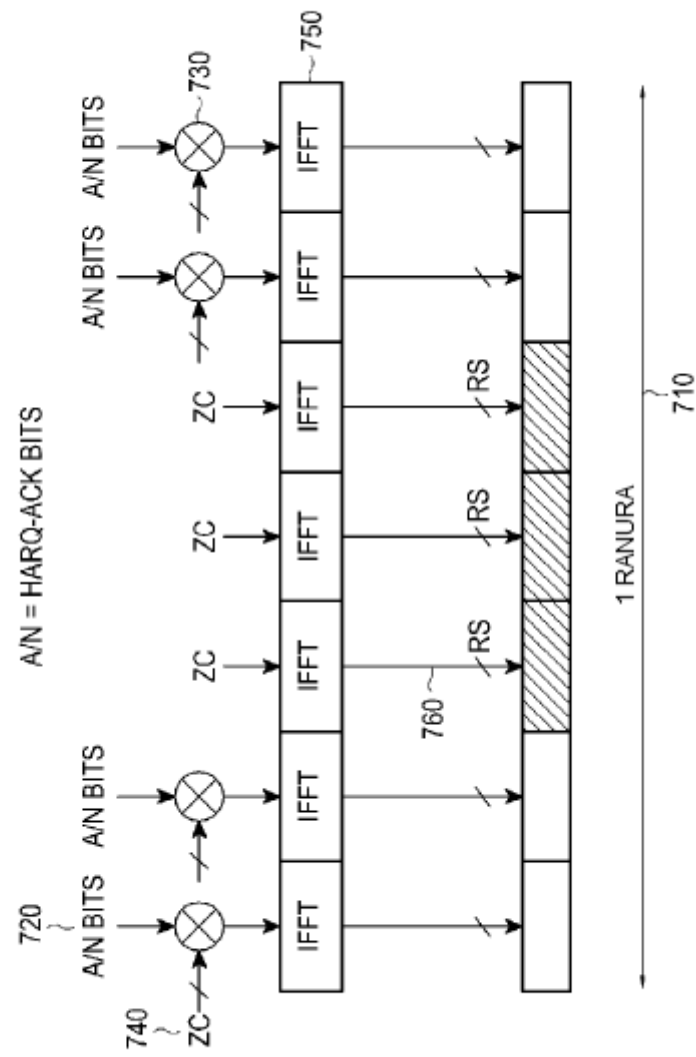
[Fig. 5]



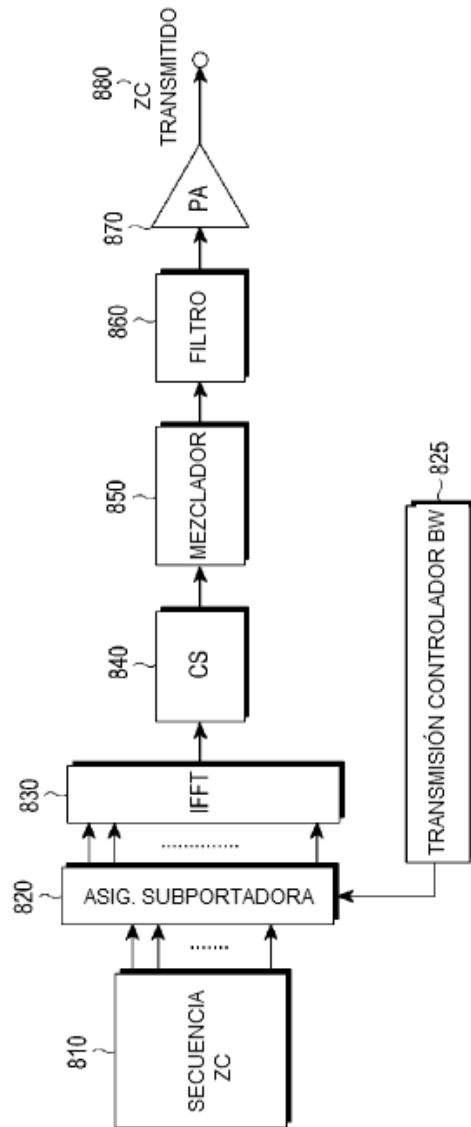
[Fig. 6]



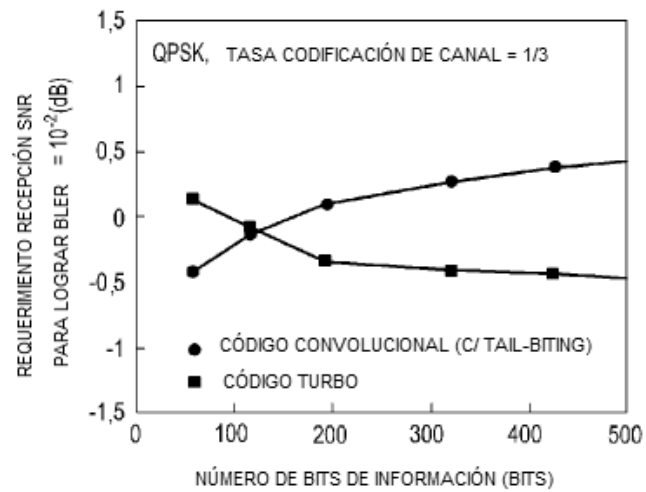
[Fig. 7]



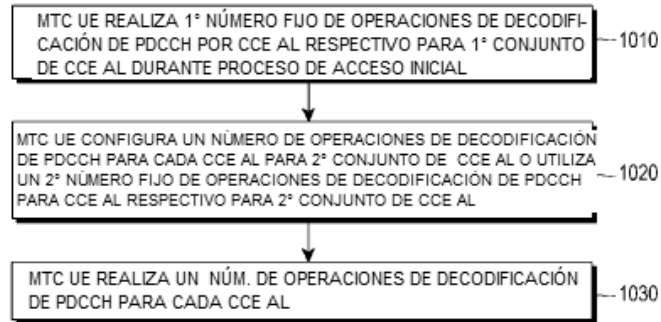
[Fig. 8]



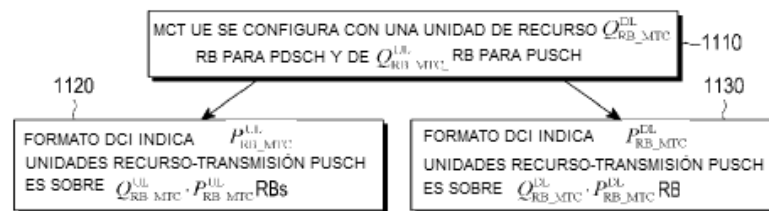
[Fig. 9]



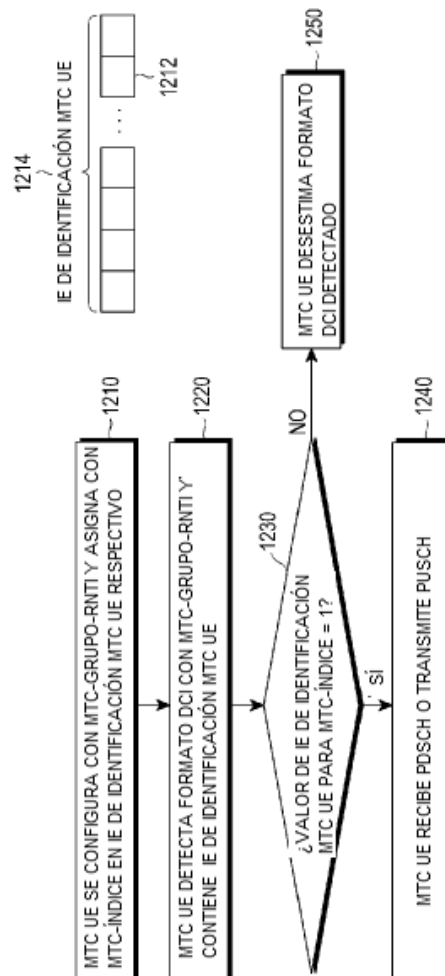
[Fig. 10]



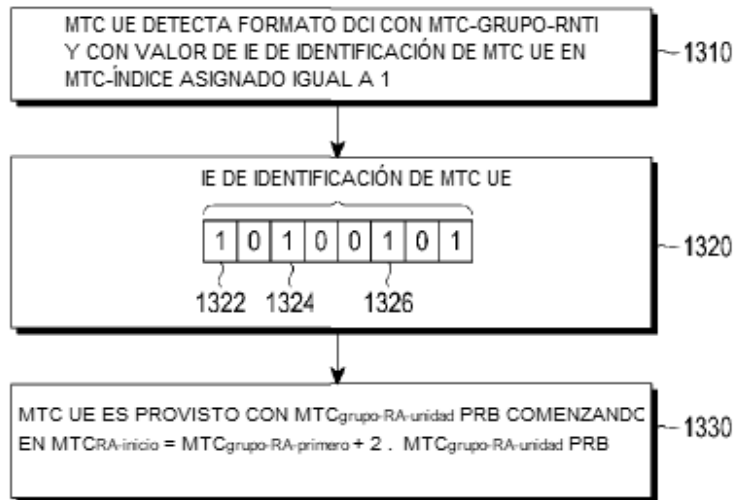
[Fig. 11]



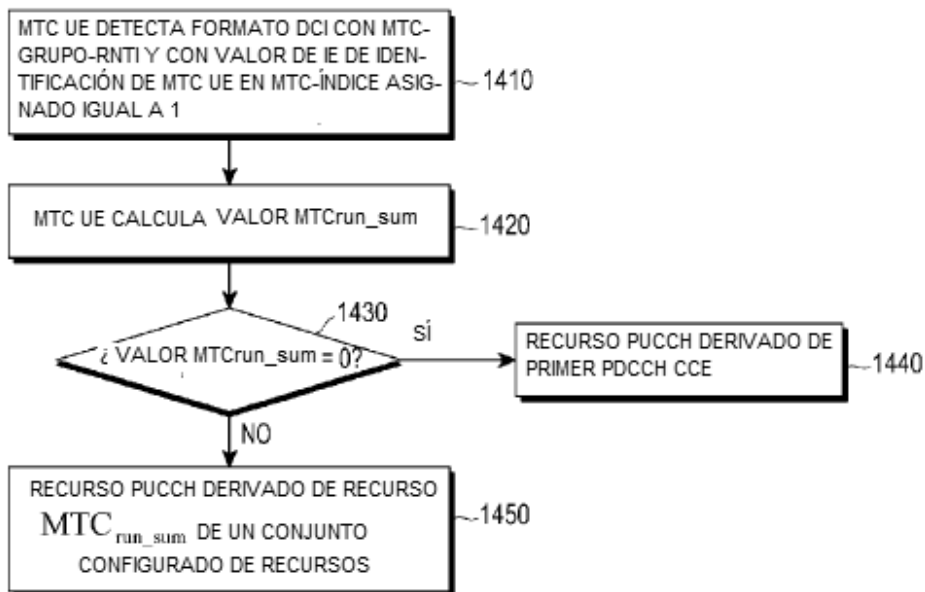
[Fig. 12]



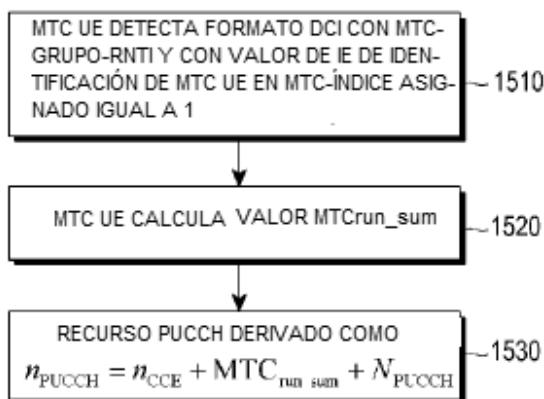
[Fig. 13]



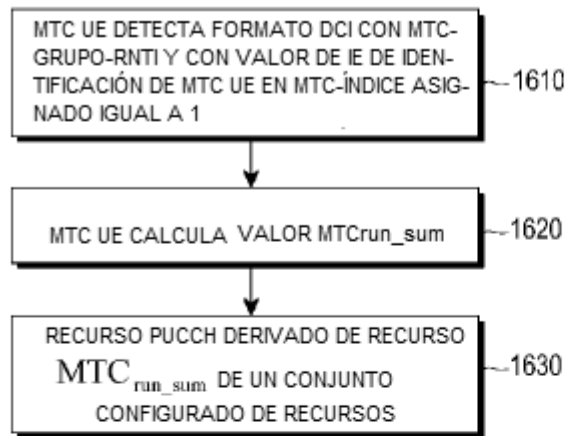
[Fig. 14]



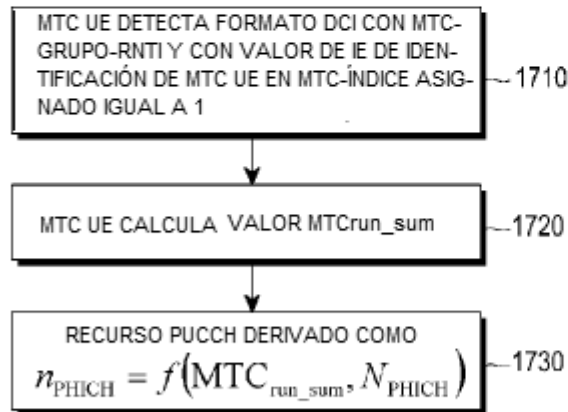
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]

