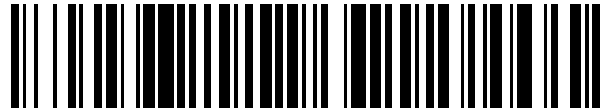


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 656**

51 Int. Cl.:

**H04W 72/12** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2011 E 11159221 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013 EP 2378828**

54 Título: **Control de multiplexación e información de datos procedentes de un equipo de usuario en un canal físico de datos**

30 Prioridad:

**22.03.2010 US 316134 P**  
**07.06.2010 US 352164 P**  
**08.06.2010 US 352623 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.09.2013**

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 y**  
**KIM, YOUNG-BUM**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 423 656 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

Control de multiplexación e información de datos procedentes de un equipo de usuario en un canal físico de datos

Campo de la Invención

- 5 La presente invención está dirigida, en general, a sistemas de comunicación inalámbricos y, más específicamente, pero no exclusivamente, a la transmisión de señales de información de control en un enlace ascendente de un sistema de comunicación.

Antecedentes de la Invención

- 10 Un sistema de comunicación incluye un enlace descendente (DL, DownLink) que transporta señales de información desde una estación base (BS o nodo B) a equipos de usuario (UEs, User Equipments), y un enlace ascendente (UL, UpLink) que transporta señales de transmisión desde los UE al nodo B. Un UE, asimismo denominado habitualmente un terminal o una estación móvil, puede ser fijo o móvil y puede ser un dispositivo inalámbrico, un teléfono móvil, un dispositivo informático personal, etc. Generalmente, un nodo B es una estación fija y puede denominarse asimismo un sistema transceptor base (BTS, Base Transceiver System), un punto de acceso o algún otro término equivalente.
- 15 Más específicamente, el UL soporta la transmisión de señales de datos que transportan contenido de información, señales de control que proporcionan información asociada con la transmisión de señales de datos en el DL, y señales de referencia (RS, Reference Signal), que normalmente se denominan señales piloto. El DL soporta asimismo la transmisión de señales de datos, señales de control y RSs.
- 20 Las señales de datos del UL se transportan a través de un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH, Physical Uplink Shared CHannel) y las señales de datos del DL se transportan a través de un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, Physical Downlink Shared CHannel).
- 25 En ausencia de una transmisión PUSCH, un UE transporta información de control de enlace ascendente (UCI, Uplink Control Information) a través de un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH, Physical Uplink Control CHannel). Sin embargo, cuando existe una transmisión PUSCH, el UE puede transportar la UCI junto con información de datos a través del PUSCH.
- 30 Las señales de control del DL pueden ser difundidas o enviadas de una manera específica del UE. Por consiguiente, los canales de control específicos del UE pueden utilizarse, entre otras cosas, para proporcionar a los UE asignaciones de planificación (SAs, Scheduling Assignments) para recepción PDSCH (SAs de DL) o transmisión PUSCH (SAs de UL). Las SAs son transmitidas desde el nodo B a los respectivos UE utilizando formatos de información de control de enlace descendente (DCI, Downlink Control Information) a través de respectivos canales físicos de control de enlace descendente (PDCCH, Physical Downlink Control CHannel).
- 35 La UCI incluye información de acuse de recibo (ACK) asociada con la utilización de un proceso de petición de repetición automática híbrida (HARQ, Hybrid Automatic Repeat reQuest). La información de HARQ-ACK es enviada en respuesta a la recepción de los bloques de transporte (TB, Transport Block) por el UE, transportados mediante el PDSCH.
- 40 La UCI puede incluir asimismo un indicador de la calidad del canal (CQI, Channel Quality Indicator), un indicador de matriz de precodificación (PMI, Precoding Matrix Indicator), o un indicador de rango (RI, Rank Indicator), que pueden denominarse conjuntamente información del estado del canal (CSI, Channel State Information). La CQI proporciona al nodo B una medida de la relación de señal frente ruido más interferencia (SINR, Signal to Interference and Noise Ratio) que experimenta el UE sobre sub-bandas o sobre todo el ancho de banda (BW, BandWidth) operativo del DL. Esta medida es habitualmente en la forma del máximo esquema de modulación y codificación (MCS, Modulation and Coding Scheme) para el que puede conseguirse una tasa de errores de bloque (BLER, BLock Error Rate) predeterminada para la transmisión de TBs. El MCS representa el producto del orden de modulación (número de bits de datos por símbolo de modulación) por la velocidad de codificación aplicada a la transmisión de información de
- 45 datos. El PMI/RI informa al nodo B sobre cómo combinar la transmisión de señales al UE desde múltiples antenas de nodo B, utilizando un principio de múltiple entrada múltiple salida (MIMO, Multiple-Input Multiple-Output).

La figura 1 muestra una estructura de transmisión PUSCH convencional.

Haciendo referencia a la figura 1, para mayor simplicidad, el intervalo de tiempo de transmisión (TTI, Transmission Time Interval) es de una subtrama 110, que incluye dos intervalos. Cada intervalo 120 incluye  $N_{\text{ymb}}^{\text{UL}}$  símbolos

utilizados para la transmisión de señales de datos, señales de UCI o RSs. Cada símbolo 130 incluye un prefijo cíclico (CP, Cyclic Prefix) para mitigar la interferencia debida a efectos de propagación de canal. La transmisión del PUSCH en un intervalo 120 puede ser en un BW igual o diferente a la transmisión del PUSCH en el otro intervalo.

5 Algunos símbolos en cada intervalo son utilizados para transmitir una RS 140, que permite la estimación de canal y la desmodulación coherente de los datos y/o de las señales de UCI recibidas.

El BW de transmisión incluye unidades de recursos de frecuencia que se denominarán en el presente documento

bloques físicos de recursos (PRB, Physical Resource Block). Cada PRB incluye  $N_{sc}^{RB}$  subportadoras, o elementos de recurso (RE, Resource Element), y un UE es asignado a  $M_{PUSCH}$  PRBs 150 para un total de  $M_{PUSCH}^{RB} \cdot N_{sc}^{RB}$  para el BW de la transmisión PUSCH.

10 El último símbolo de subtrama se utiliza para transmitir una RS de sondeo (SRS) 160 desde uno o varios UE. La SRS proporciona al nodo B una estimación CQI para el medio de canal de UL para el UE respectivo. Los parámetros de transmisión de SRS son configurados de forma semi-estadística mediante el nodo B para cada UE a través de señalización de capas superiores tal como, por ejemplo, señalización de control de recursos radioeléctricos (RRC, Radio Resource Control).

15 En la figura 1, el número de símbolos de subtrama disponibles para la transmisión de datos es de

$$N_{symbol}^{PUSCH} = 2 \cdot (N_{symbol}^{UL} - 1) - N_{SRS}, \quad \text{donde } N_{SRS} = 1 \text{ si el último símbolo de subtrama se utiliza para transmisión de SRS, y } N_{SRS} = 0 \text{ en otro caso.}$$

La figura 2 muestra un transmisor convencional para transmitir señales de datos, CSI y HARQ-ACK en un PUSCH.

Haciendo referencia a la figura 2, se multiplexan mediante el multiplexor 220 bits CSI codificados 205 y bits de datos codificados 210. A continuación, se introducen los bits de HARQ-ACK perforando bits de datos y/o bits CSI mediante la unidad de perforación 230. A continuación se realiza la transformada de Fourier discreta (DFT, Discrete Fourier Transform) mediante la unidad de DFT 240. A continuación se seleccionan REs mediante mapeo de subportadoras, por medio de la unidad 250 de mapeo de subportadoras, correspondiente al BW de transmisión del PUSCH desde el controlador 255. Se realiza transformada rápida de Fourier inversa (IFFT, Inverse Fast Fourier Transform) mediante una unidad de IFFT 260, se realiza introducción de CP mediante una unidad 270 de introducción de CP, y se realiza una aplicación de ventanas de tiempo mediante el filtro 280, generando de ese modo una señal transmitida 290.

Se asume que la transmisión PUSCH se realiza sobre grupos de REs contiguos de acuerdo con el método de acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales ensanchado con DFT (DFT-S-OFDMA, DFT Spread Orthogonal Frequency Division Multiple Access) para transmisión de señales sobre un grupo 295A (conocido asimismo como acceso múltiple por división de frecuencias de portadora única (SC-FDMA, Single-Carrier Frequency Division Multiple Access)), o sobre múltiples grupos no contiguos 295B.

La figura 3 muestra un receptor convencional para recibir una señal de transmisión como la mostrada en la figura 2.

Haciendo referencia a la figura 3, una antena recibe una señal analógica de radiofrecuencia (RF, Radio-Frequency) y después de pasar unidades de procesamiento adicionales (tales como filtros, amplificadores, convertidores descendentes de frecuencia y convertidores analógico a digital) que no se muestran para mayor brevedad, la señal digital recibida 310 es filtrada mediante el filtro 320 y el CP es eliminado mediante la unidad 330 de eliminación de CP. A continuación, la unidad receptora aplica una transformada rápida de Fourier (FFT, Fast Fourier Transform) mediante una unidad de FFT 340, y selecciona los REs utilizados por el transmisor mediante el desmapeo de subportadoras por medio de una unidad 350 de desmapeo de subportadoras bajo el control del controlador 355. A continuación, una unidad de DFT inversa (IDFT) 360 aplica IDFT, una unidad de extracción 370 extrae los bits de HARQ-ACK, y una unidad de desmultiplexación 380 desmultiplexa los bits de datos 390 y los bits de CSI 395.

Se asume que la transmisión de RS se realiza a través de una secuencia de amplitud constante autocorrelación cero (CAZAC, Constant Amplitude Zero AutoCorrelation). En la ecuación (1) se muestra un ejemplo de secuencias CAZAC.

$$c_k(n) = \exp\left[\frac{j2\pi k}{L} \left(n + n \frac{n+1}{2}\right)\right] \quad \dots (1)$$

45

En la ecuación (1), L es la longitud de la secuencia CAZAC, n es un índice de un elemento de la secuencia  $n = \{0, 1, \dots, L - 1\}$ , y k es un índice de la secuencia. Si L es un entero primo, entonces existen L - 1 secuencias diferentes definidas como k variedades en  $\{0, 1, \dots, L - 1\}$ .

5 Para un número par de REs, las secuencias basadas en CAZAC con longitud par pueden ser generadas, por ejemplo, truncando o extendiendo una secuencia CAZAC.

La multiplexación ortogonal de secuencias CAZAC puede conseguirse aplicando diferentes desplazamientos cíclicos (CS, Cyclic Shift) a la misma secuencia CAZAC.

Para transmisión de HARQ-ACK o de RI en el PUSCH, un UE determina el número respectivo de símbolos codificados Q' tal como se muestra en la ecuación (2).

$$Q' = \min \left( \left\lceil \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{Q_m \cdot R} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right) \dots (2)$$

10 En la ecuación (2), O es el número de bits de información de HARQ-ACK o de bits de información de RI,  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  es comunicado al UE mediante señalización de RRC,  $Q_m$  es el número de bits de datos por símbolo de modulación ( $Q_m = 2, 4, 6$  para QPSK, QAM16, QAM64, respectivamente), R es una velocidad de código de datos de una

15 transmisión PUSCH inicial para el mismo TB,  $M_{sc}^{PUSCH}$  es un BW de transmisión de PUSCH en una subtrama actual, y  $\lceil \cdot \rceil$  indica una operación techo que redondea un número a su entero siguiente superior.

La velocidad de código de datos R se define tal como se muestra en la ecuación (3).

$$R = \left( \sum_{r=0}^{C-1} K_r \right) / (Q_m \cdot M_{sc}^{PUSCH-initial} \cdot N_{ymb}^{PUSCH-initial}) \dots (3)$$

En la ecuación (3), C es un número total de bloques de código de datos y  $K_r$  es el número de bits para un número r de bloque de código de datos. El número máximo de REs de HARQ-ACK o de RI está limitado a los REs de 4 o

20  $(4 \cdot M_{sc}^{PUSCH})$  símbolos DFT-S-OFDM

Cuando el UE recibe un TB, el HARQ-ACK incluye 1 bit que está codificado como un '1' binario si el TB es recibido correctamente (acuse de recibo o ACK positivo), o como un '0' binario si el TB se ha recibido incorrectamente (acuse de recibo o NACK negativo).

25 Cuando el UE recibe dos TBs, el HARQ-ACK incluye 2 bits  $[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK}]$ , con  $o_0^{ACK}$  para el TB 0 y  $o_1^{ACK}$  para el TB 1. La codificación para los bits de HARQ-ACK se proporciona en la siguiente tabla 1, donde  $o_2^{ACK} = (o_0^{ACK} + o_1^{ACK})_1 \text{ mod } 2$  proporciona un código simple (3, 2) para la transmisión de HARQ-ACK de 2 bits.

Tabla 1: codificación para 1 bits y 2 bits de HARQ-ACK

$Q_m$	1 bit de HARQ	ACK codificado 2 bits de HARQ
2	$[o_0^{ACK} \ y]$	$[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK} \ o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK}]$

4	$[o_0^{ACK} \ y \ x \ x]$	$[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ x \ x \ o_2^{ACK} \ o_0^{ACK} \ x \ x \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK} \ x \ x]$
6	$[o_0^{ACK} \ y \ x \ x \ x \ x]$	$[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ x \ x \ x \ x \ o_2^{ACK} \ o_0^{ACK} \ x \ x \ x \ x \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK} \ x \ x \ x \ x]$

Para multiplexación de CQI/PMI en un PUSCH, un UE determina un número respectivo de símbolos codificados  $Q'$ , tal como se muestra en la ecuación (4).

$$Q' = \min \left( \left\lceil \frac{(O + L) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{Q_m \cdot R} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{ymb}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} \right) \dots (4)$$

5 En la ecuación (4), O es el número de bits de información de CQI/PMI, L es el número de bits de CRC

$$L = \begin{cases} 0 & O \leq 11, \\ 8 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

proporcionados mediante  $Q_{CQI} = Q_m \cdot Q'$ . Si no se transmite RI, entonces  $Q_{RI} = 0$ . De lo contrario, para codificación de canal CQI/PMI, se utiliza codificación convolucional si  $O > 11$  bits, y se utiliza codificación de bloques de Reed-Mueller (RM) (32, O), si  $O \leq 11$  bits. Las palabras de código del código de bloque (32, O) son una combinación lineal de las 11 secuencias de base indicadas mediante  $M_{i,n}$  y proporcionadas en la siguiente tabla 2. Designando la secuencia de entrada mediante  $o_0, o_1, o_2, \dots, o_{O-1}$  y el bloque codificado O-1 CQI/PMI

10

$$b_i = \sum_{n=0}^{O-1} (o_n \cdot M_{i,n}) \bmod 2,$$

mediante  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ ,  $B = 32$ , se tiene

$$i = 0, 1, 2, \dots, B-1.$$

La secuencia de salida  $q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{Q_{CQI}-1}$  se obtiene mediante repetición circular del bloque CQI/PMI codificado, como  $q_i = b_{(i \bmod B)}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, Q_{CQI}-1$ .

Tabla 2: secuencias de bases para el código (32, O).

i	$M_{i,0}$	$M_{i,1}$	$M_{i,2}$	$M_{i,3}$	$M_{i,4}$	$M_{i,5}$	$M_{i,6}$	$M_{i,7}$	$M_{i,8}$	$M_{i,9}$	$M_{i,10}$
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1

i	M <sub>i,0</sub>	M <sub>i,1</sub>	M <sub>i,2</sub>	M <sub>i,3</sub>	M <sub>i,4</sub>	M <sub>i,5</sub>	M <sub>i,6</sub>	M <sub>i,7</sub>	M <sub>i,8</sub>	M <sub>i,9</sub>	M <sub>i,10</sub>
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
20	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
21	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
22	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
23	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
24	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
25	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
26	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
27	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
28	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
29	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

De entre la UCI, el HARQ-ACK tiene los máximos requisitos de fiabilidad y los respectivos REs están situados a continuación de la RS en cada intervalo, para obtener la estimación de canal más precisa para su desmodulación. Cuando no hay transmisión de CQI/PMI, el RI es situado en los símbolos posteriores al HARQ-ACK, mientras que la transmisión de CQI/PMI se multiplexa uniformemente de a lo largo de toda la subtrama.

5

La figura 4 muestra multiplexación UCI convencional en una subtrama PUSCH.

Haciendo referencia a la figura 4, los bits de HARQ-ACK 410 son situados junto a la RS 420 en cada intervalo de la subtrama PUSCH. Los bits CQI/PMI 430 son multiplexados a través de todos los símbolos DFT-S-OFDM, y el resto de la subtrama contiene la transmisión de bits de datos 440. Como multiplexación previa a la DFT, se utiliza una dimensión de frecuencia virtual para la ubicación de la UCI.

10

Para un transmisor UE que tiene más de una antena, la diversidad de transmisión (TxD) puede mejorar la fiabilidad de la señal recibida proporcionando diversidad espacial.

Un ejemplo de método TxD es la codificación de bloque espacio temporal (STBC, Space Time Block Coding). Con STBC, si la primera antena transmite los símbolos  $d_0, d_1$ , la segunda antena transmite los símbolos  $d^*_1, -d^*_0$ , donde  $d^*$

es el conjugado complejo de  $d$ . Indicando la estimación de canal para la señal recibida en una antena de nodo B de referencia y transmitida desde la  $j$ -ésima antena UE como  $h_{j,j} = 1, 2$ , e indicando la señal recibida en la antena del nodo B en el símbolo DFT-S-OFDM  $k$ -ésimo mediante  $y_k$ ,  $k = 1, 2$ , la decisión para un par de símbolos STBC  $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]$  es según  $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]^T = H^H [y_k, y_{k+1}]^T$ , donde  $[\ ]^T$  indica la traspuesta de un vector, y

$$H^H = \begin{bmatrix} h_1^* & -h_2 \\ h_2^* & h_1 \end{bmatrix} / \left( |h_1|^2 + |h_2|^2 \right).$$

5

Para aumentar las velocidades de datos soportables, se considera la agregación de múltiples portadoras de componentes (CC, Component Carrier) tanto en el DL como el UL para proporcionar mayores BW operativos. Por ejemplo, para soportar comunicación por encima de 60 MHz, puede utilizarse la agregación de tres CC de 20 MHz.

La figura 5 muestra el concepto de agregación de portadoras (CA, Carrier Aggregation) convencional.

10 Haciendo referencia a la figura 5, un BW de DL de 60 MHz 510 se construye mediante la agregación de 3 (contiguas, para mayor simplicidad) CCs de DL 521, 522 y 523, que tienen cada una un BW de 20 MHz. De manera similar, un BW de UL operativo de 60 MHz 530 se construye mediante la agregación de 3 CCs de UL 541, 542 y 543 que tienen cada una un BW de 20 MHz. Por simplicidad, en el ejemplo mostrado en la figura 5, se asume que cada una de las CCs de DL 521, 522 y 523 está mapeada de manera única a una CC de UL (CA simétrica), pero es posible asimismo que más de 1 CC de DL esté mapeada a una única CC de UL o que más de 1 CC UL esté mapeada a una sola CC de DL (CA asimétrica, no mostrada para mayor brevedad). La relación entre CCs del DL y CCs del UL es habitualmente específica del UE.

15

El nodo B configura CCs a un UE utilizando señalización RRC. Asumiendo la transmisión de diferentes TBs de cada una de las múltiples CCs de DL 521, 522 y 523, se transmitirán múltiples bits de HARQ-ACK en el UL.

20 Para la transmisión simultánea de HARQ-ACK y PUSCH, la extensión directa del funcionamiento convencional es incluir los bits de HARQ-ACK para los TBs recibidos en una CC de DL en el PUSCH de su CC de UL vinculada. Sin embargo, en la práctica, no todas las CCs de UL tienen transmisiones PUSCH en la misma subtrama. Por lo tanto, cualquier diseño que soporte la transmisión en el PUSCH de bits de HARQ-ACK correspondientes a la recepción de TBs en múltiples CCs del DL, deberá considerar el caso de solamente un único PUSCH. Esto aplica asimismo para cualquier tipo de UCI (no solamente HARQ-ACK). Se asume que la transmisión PUCCH es en una sola CC de UL, que se denominará CC primaria del UL.

25

TxD deberá soportarse para transmisión de UCI en el PUSCH (si el UE tiene múltiples antenas transmisoras), en particular para el HARQ-ACK que requiere una fiabilidad elevada que puede ser difícil de conseguir sin aumentar sustancialmente los recursos PUSCH necesarios, en particular para cargas útiles grandes de HARQ-ACK (tal como, por ejemplo, 10 bits de HARQ-ACK correspondientes a la recepción de TBs en 5 CCs de DL, con 2 TBs por cada CC de DL).

30

El borrador de 3GPP; R1-084222, "MAC to physical layer mapping signaling for carrier and control aggregation", fechado en noviembre de 2008, describe señalización ACK/NACK independiente para cada bloque de transporte en PUCCH o PUSCH. Como alternativa, se describe la posibilidad de transmitir un ACK/NACK común para todos los bloques de transporte.

35

Por lo tanto, existe la necesidad de transportar transmisión de información de HARQ-ACK en el PUSCH en respuesta a la recepción de por lo menos un TB desde un UE configurado con CA en el DL de un sistema de comunicación.

40 Existe otra necesidad de dimensionar los recursos PUSCH utilizados para multiplexación de HARQ-ACK en función del método de codificación de HARQ-ACK, para mejorar la fiabilidad de la recepción de HARQ-ACK.

Existe otra necesidad de seleccionar PUSCH para la transmisión de UCI, para múltiples transmisiones PUSCH simultáneas.

Existe otra necesidad de soportar TxD para la transmisión de HARQ-ACK en el PUSCH.

## RESUMEN DE LA INVENCION

45 Es un objetivo de ciertas realizaciones de la invención resolver, mitigar o evitar, por lo menos parcialmente, por lo menos uno de los problemas y/o las desventajas asociadas con la técnica anterior.

Por consiguiente, la presente invención ha sido diseñada para resolver por lo menos las mencionadas limitaciones y problemas de la técnica anterior, y la presente invención da a conocer métodos y aparatos para que un UE transmita señales ACK asociadas con un proceso de HARQ, es decir, señales de HARQ-ACK, en respuesta a la recepción de TBs, cuando el UE está configurado desde el nodo B con múltiples CCs en el DL para un sistema de comunicación, mejorando de ese modo la fiabilidad de la recepción de información de HARQ-ACK codificada en el PUSCH, para seleccionar un PUSCH entre múltiples PUSCH para multiplexación de UCI, y para aplicar una diversidad de transmisión de HARQ-ACK en el PUSCH.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se da a conocer un método para que un equipo de usuario o (UE, User Equipment) transmita a una estación base información de acuse de recibo en respuesta a la recepción de por lo menos un bloque de transporte (TB) en, por lo menos, una portadora asignada entre N portadoras asignadas, en el que para cada portadora asignada, el UE es asignado asimismo mediante la estación base a un respectivo modo de transmisión (TM, Transmission Mode) que determina el número máximo de TBs que puede recibir el UE en un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) cuando es transmitido mediante la estación base en la respectiva portadora asignada, transmitiéndose la información de acuse de recibo (multiplexada) junto con información de datos en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). El método incluye generar, mediante el UE, N + M bits de acuse de recibo; ordenar, mediante el UE, los N + M bits de acuse de recibo en una palabra de código de acuerdo con un orden de las portadoras asignadas; y codificar y transmitir la palabra de código. M es el número de portadoras asignadas donde el UE es asignado al TM que permite habilitar la recepción de un máximo de 2 TBs, y N - M es el número de portadoras asignadas donde el aparato del UE es asignado al TM que permite la recepción de 1 TB.

Se da a conocer un método para mejorar la fiabilidad de la recepción de información de control en un sistema de comunicación, en el que el equipo de usuario (UE) codifica la información de control utilizando un código, transmitiéndose la información de control junto con información de datos en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), determinándose una velocidad de codificación nominal para la información de control, a partir de una modulación y de una velocidad de codificación de la información de datos. El método incluye determinar si la velocidad de codificación nominal para la información de control es mayor que una velocidad de codificación máxima; configurar la velocidad de codificación para la información de control a la velocidad de codificación nominal, cuando la velocidad de codificación nominal para la información de control no es mayor que la velocidad de codificación máxima; configurar la velocidad de codificación a la velocidad de codificación máxima, cuando la velocidad de codificación nominal para la información de control es mayor que la velocidad de codificación máxima; y transmitir la información de control utilizando la velocidad de codificación configurada.

Se da a conocer un método para que el equipo de usuario (UE) seleccione un único PUSCH para transmitir información de control en un sistema de comunicación, en el que el UE está programado mediante una estación base para transmitir información de datos en una serie de portadoras utilizando un respectivo canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en cada una de las portadoras, transmitiendo así mismo el UE información de control. El método incluye calcular una métrica para cada PUSCH en cada una de las portadoras; seleccionar un PUSCH para transmitir la información de control en función de las métricas calculadas; y transmitir la información de datos y la información de control en el PUSCH seleccionado.

Se da a conocer un método para que el equipo de usuario (UE) seleccione un único canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) para transmitir información de control en un sistema de comunicación, en el que el UE utiliza recursos en una primera portadora cuando transmite solamente información de control, y es programado mediante una estación base para transmitir información de datos en una serie de portadoras U utilizando un respectivo PUSCH en cada una de las portadoras U. El método incluye seleccionar el PUSCH en la primera portadora si es una de las U portadoras; seleccionar el PUSCH en una segunda portadora, determinándose la segunda portadora en función del orden de las portadoras que es configurado mediante la estación base, si la primera portadora no es una de las U portadoras; y transmitir la información de control en el PUSCH seleccionado.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se da a conocer aparato de equipo de usuario (UE) para transmitir información de acuse de recibo, siendo asignado el aparato de UE, mediante una estación base, a una serie de portadoras N y a un modo de transmisión (TM) para cada portadora, determinando el TM un número máximo de bloques de transporte (TBs) que puede recibir el aparato del UE en un respectivo canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH), transmitido mediante la estación base en una portadora asignada, siendo la información de acuse de recibo en respuesta a una recepción de por lo menos un TB en por lo menos una portadora asignada, y siendo transmitida junto con información de datos en el canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). El aparato incluye un generador para generar N + M bits de acuse de recibo; una unidad de alineamiento para ordenar los N + M bits de acuse de recibo en una palabra de código, de acuerdo con el orden de las portadoras asignadas; un codificador para codificar la palabra de código de los N + M bits de acuse de recibo; y un transmisor para transmitir la información de acuse de recibo y la información de datos. M es el número de portadoras asignadas a las que es asignado el aparato del UE con un TM que permite la recepción de 2 TBs, y N - M es el número de portadoras asignadas a las que es asignado el aparato del UE con un TM que permite la recepción de 1 TB.



Se da a conocer un aparato de equipo de usuario (UE) para transmitir información de control e información de datos en una única portadora, siendo asignado el aparato del UE, mediante una estación base, a recursos en una primera portadora para transmisión de solamente información de control y siendo asignada, mediante la estación base, la transmisión de información de datos en una serie de U portadoras que utilizan un respectivo canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en cada una de las U portadoras. El aparato incluye un selector para seleccionar un PUSCH en la primera portadora, si se trata de una de las U portadoras, o para seleccionar un PUSCH en una segunda portadora, si la primera portadora no es una de las U portadoras, determinándose la segunda portadora de acuerdo con el orden de las portadoras que es configurado mediante la estación base; y un transmisor para transmitir la información de datos y la información de control en el PUSCH seleccionado.

5  
10 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

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

la figura 1 es un diagrama que muestra una estructura de subtrama de PUSCH convencional;

15 la figura 2 es un diagrama de bloques que muestra un transmisor convencional para transmitir señales de datos, CSI y HARQ-ACK en un PUSCH;

la figura 3 es un diagrama de bloques que muestra un receptor convencional para recibir señales de datos, CSI y HARQ-ACK en el PUSCH;

la figura 4 es un diagrama que muestra multiplexación convencional de UCI y datos en un PUSCH;

la figura 5 es un diagrama que muestra el concepto de agregación de portadoras convencional;

20 la figura 6 muestra la generación de bits de acuse de recibo de HARQ-ACK de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 7 muestra bits de información de HARQ-ACK de acuerdo con una realización de la presente invención;

25 la figura 8 muestra transmisiones de bits de HARQ-ACK codificados desde un UE que utiliza modulación QPSK con una repetición y con dos repeticiones de un código de bloque, de acuerdo con la realización de la presente invención;

la figura 9 muestra la utilización de diferentes frecuencias para transmisión desde un UE, en cada intervalo de subtrama, de bits de HARQ-ACK codificados, para dos repeticiones de un código de bloque, de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 la figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método de multiplexación de diferentes cargas útiles de HARQ-ACK (o RI) en un PUSCH, de acuerdo con una realización de la presente invención.

la figura 11 muestra una selección de un único PUSCH, entre múltiples PUSCH, para multiplexación de la UCI de acuerdo con una métrica cuantificada mediante el MCS de PUSCH, de acuerdo con una realización de la presente invención;

35 la figura 12 muestra una inclusión de un IE de "multiplexación de UCI" en un formato DCI que planifica una transmisión de PUSCH, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la figura 13 es un diagrama que muestra un STBC de transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH, de acuerdo con una realización de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

40 A continuación se describirán con mayor detalle diversas realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente invención puede realizarse en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones definidas en el presente documento. Por el contrario, estas realizaciones se dan a conocer de manera que esta exposición sea exhaustiva y completa, y traslade plenamente el alcance de la presente invención a los expertos en la materia.

45 Además, aunque las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación haciendo referencia a un sistema de comunicación dúplex por división de frecuencia (FDD, Frequency Division Duplex) utilizando transmisión

OFDM ensanchada con DFT, son aplicables asimismo a un sistema de comunicación dúplex por división de tiempo (TDD, Time Division duplex) y a todas las transmisiones de multiplexación por división de frecuencia (FDM, Frequency Division Multiplexing) en general, y a acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA, Single-Carrier Frequency Division Multiple Acces) y OFDM, en particular.

- 5 De acuerdo con una realización de la presente invención, la multiplexación de HARQ-ACK se lleva a cabo en un único PUSCH en respuesta a la recepción de, por lo menos, un TB desde un UE configurado con múltiples CCs de DL (salvo que se indique explícitamente lo contrario).

Se asume que todos los bits de HARQ-ACK de  $O > 2$  se codifican conjuntamente utilizando un único método de codificación, en lugar de tener múltiples transmisiones paralelas de 1 ó 2 bits HARQ-ACK, para respectivas CC de DL, en recursos separados. Se asume que la codificación de los  $O$  bits de HARQ-ACK utilizan el código de bloque (32,  $O$ ) descrito anteriormente para la transmisión de CQI/PMI (las secuencias de base pueden o no ser las mismas que las de la tabla 2). Esto permite la transmisión de hasta 10 bits de HARQ-ACK (considerando solamente las primeras 10 secuencias de base). Cuando se utiliza agregación en el dominio espacial de HARQ-ACK, cada respectivo bit de HARQ-ACK corresponde a la recepción de 2 TBs (transmitiéndose un ACK si ambos TBs son recibidos correctamente, y transmitiéndose un NACK en caso contrario).

Dado que algunos formatos de información de control de enlace descendente (DCI), que informan al UE de respectivas transmisiones PDSCH en respectivas CCs de DL, pueden ser recibidos incorrectamente (o perdidos) por el UE, de acuerdo con una realización de la presente invención existen dos posibles enfoques para asegurar que un nodo B detecta un número de bits de HARQ-ACK igual al número de bits de HARQ-ACK que transmite el UE, y que el nodo B y el UE tienen la misma comprensión de la ubicación de los bits de HARQ-ACK en la respectiva palabra de código del código RM.

En el primer enfoque, el UE utiliza el código de bloque RM (32,  $O$ ) y retroalimenta un número de bits de HARQ-ACK determinado a partir del número de sus CCs de DL configuradas y del respectivo modo de transmisión (TM) configurado. El TM para cada CC del DL es asignado al UE a través de señalización RRC desde el nodo B, y determina si el UE puede recibir un máximo de 1 TB o 2 TBs en la CC del DL. Si UE está configurado en una CC del DL, con un TM que soporta 2 TBs, el UE transmite 2 bits de HARQ-ACK para dicha CC del DL, independientemente del número de TBs (0, 1 ó 2) que recibe de hecho el UE en la respectiva subtrama del DL. Si el UE está configurado con un TM que soporta 2 TBs en una CC del DL, entonces si el respectivo PDSCH ha transportado 1 TB (el lugar de 2 TBs) el UE indica una recepción incorrecta para el segundo TB (NACK) en la posición respectiva de la palabra de código de HARQ-ACK. Si no se ha recibido el PDSCH respectivo, el UE indica la recepción incorrecta para 2 TBs (2 NACKs) en las posiciones respectivas de la palabra de código de HARQ-ACK.

Si el UE tiene  $M_1$  CCs del DL y existen  $N_1 \leq M_1$  CCs del DL para las cuales el PDSCH puede transportar 2 TBs (UE configurado con un TM que soporta 2 TBs), el número de bits de HARQ-ACK en el PUSCH se calcula como  $O = 2N_1 + (M_1 - N_1) = M_1 + N_1$ . Si el UE tiene solamente  $M_1 = 2$  CCs del DL y existen  $N_1 = 0$  CCs del DL con TM configurado permitiendo la recepción de un máximo de 2 TBs, entonces el UE transmite  $O = 2$  bits de HARQ-ACK utilizando el código simple descrito previamente (3, 2). En cualquier otro caso, un UE que tiene por lo menos 2 CCs del DL configurados, tiene un número mínimo de  $O = 3$  bits de HARQ-ACK y utiliza el código de bloque RM (32,  $O$ ) para transportarlos en el PUSCH.

La figura 6 muestra un primer enfoque para multiplexación de HARQ-ACK en PUSCH de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 6, un UE tiene 3 CCs del DL, el CC1 610 del DL, el CC2 612 del DL, y el CC3 614 del DL. En la CC1 610 del DL el UE está configurado con TM1 que soporta un máximo de 2 TBs, en la CC2 612 del DL el UE está configurado con TM2 que soporta un máximo de 1 TB y en la CC3 614 del DL el UE está configurado con TM3 que soporta un máximo de 2 TBs. El UE transmite siempre un HARQ-ACK de 2 bits 620 correspondiente a la CC1 610 del DL, un HARQ-ACK de 1 bit 622 correspondiente a la CC2 612 del DL y un HARQ-ACK de 2 bits 624 correspondiente a la CC3 614 del DL. En todos los casos, la transmisión de HARQ-ACK se produce independientemente de si el UE recibe el PDSCH en la correspondiente CC del DL. Por lo tanto, el UE transmite siempre y el nodo B recibe siempre 5 bits de HARQ-ACK para multiplexación de HARQ-ACK en el PUSCH.

En el segundo enfoque, cada formato DCI que planifica transmisión PUSCH incluye un elemento de información (IE, Information Element) de indicador de asignación de enlace descendente (DAI, Downlink Assignment Indicator). El IE de DAI es un mapa de bits que indica las CCs del DL con transmisión PDSCH. Por ejemplo, asumiendo que un UE puede tener un máximo de 5 CCs del DL, el IE del DAI consiste en 5 bits. Utilizando el IE del DAI, el número de bits de HARQ-ACK no siempre es el máximo correspondiente a las CCs de DL configuradas. Pueden aplicarse asimismo diversos métodos para reducir el número de bits del IE del DAI. Por ejemplo, el UE puede asimismo asumir que siempre tiene transmisión PDSCH en una CC de DL, en cuyo caso el mapa de bits no trata dicha CC del DL. El número de bits de HARQ-ACK transmitidos mediante el UE en el PUSCH depende del número máximo de TBs que puede transportar el PDSCH en una CC del DL indicado mediante el IE del DAI.

Si el IE del DAI indica  $M_2$  CCs del DL (el mapa de bits tiene  $M_2$  bits con valor 1, indicando una CC de DL) y, en estas  $M_2$  CCs del DL existen  $N_2 \leq M_2$  CCs de DL para las cuales el PDSCH puede transportar 2 TBs, el número de bits de HARQ-ACK es  $O = 2N_2 + (M_2 - N_2) = M_2 + N_2$ .

5 De manera similar al primer enfoque, si el IE del DAI indica solamente  $M_2 = 1$  CC de DL o  $M_2 = 2$  CCs de DL teniendo ambos configurado TM asociado con la recepción de 1 TB ( $N_2 = 0$ ), entonces el UE transmite  $O = 1$  ó  $O = 2$  bits de HARQ-ACK utilizando el respectivo de los dos métodos descritos previamente (código de repetición o código simple (3, 2)). En cualquier otro caso, un UE tiene un número mínimo de  $O = 3$  bits de HARQ-ACK y, cuando los transporta en el PUSCH, utiliza el código de bloque RM (32, O).

10 La figura 7 muestra bits de información de HARQ-ACK de acuerdo con una realización de la presente invención, es decir, una realización del segundo enfoque.

15 Haciendo referencia a la figura 7, un UE de referencia tiene 3 CCs del DL, la CC1 720 del DL, la CC2 722 del DL y la CC3 724 del DL. En la CC1 720 del DL el UE está configurado con TM1 que soporta un máximo de 2 TBs, en la CC2 722 del DL el UE está configurado con TM2 que soporta un máximo de 1 TB y en la CC3 724 del DL el UE está configurado con TM3 que soporta un máximo de 2 TBs. El IE de DAI 710 en el formato DCI para transmisión de PUSCH indica transmisión PDSCH en la CC1 del DL y en la CC2 del DL. El UE transmite 2 bits 730 de HARQ-ACK para la CC1 720 del DL y 1 bit 732 de HARQ-ACK para la CC2 722 del DL. Esta transmisión de HARQ-ACK se produce independientemente de si el UE recibe de hecho el PDSCH en la CC1 del DL o en la CC2 del DL (se pierde un PDSCH cuando se pierde el respectivo SA de DL).

20 El orden de los bits de HARQ-ACK en el código de bloque está determinado por el orden de las perspectivas CCs de DL. Este orden de las CCs del DL puede configurarse a través de señalización RRC mediante el nodo B o determinarse implícitamente, por ejemplo, a partir del orden de la frecuencia de portadora para las CCs del DL. Es decir, las CCs del DL pueden ordenarse por frecuencia de portadora ascendente.

Una vez que el UE determina el número O de bits de HARQ-ACK a transmitir, aplica el código de bloque (32, O), tal como se muestra en la tabla 2.

25 De acuerdo con una realización de la presente invención, pueden aplicarse repeticiones de los bits de HARQ-ACK codificados, para conseguir la fiabilidad requerida. Por ejemplo, para modulación QPSK, los 32 bits de salida pueden mapearse a 16 símbolos modulados, que se distribuyen en bloque de 4 REs en los 4 símbolos DFT-S-OFDM en torno a las 2 RS por subtrama. Cuando se aplican múltiples repeticiones de los bits de HARQ-ACK codificados, los REs utilizados para la transmisión de HARQ-ACK son en múltiplos de 16.

30 La figura 8 muestra una transmisión de bits de HARQ-ACK codificados por modulación QPSK con una repetición y con dos repeticiones del código de bloque (32, O). Para mayor simplicidad, no se considera la transmisión de otros tipos de UCI.

35 Haciendo referencia a la figura 8, el PUSCH incluye REs de HARQ-ACK para una primera repetición 810A, REs de HARQ-ACK para una segunda repetición 810B, REs 820 de RS y REs 830 de datos. Para una repetición, los REs de HARQ-ACK se mapean en torno a las RS en grupos de 4 REs, 840A y 840B. Para dos repeticiones, los REs de HARQ-ACK se mapean en torno a la RS en grupos de 4 REs, 850A y 850B para la primera repetición, y de nuevo en grupos de 4 REs 860A y 860B para la segunda repetición.

40 Para múltiples repeticiones, pueden utilizarse frecuencias diferentes para la transmisión en cada intervalo con el fin de mejorar la diversidad de frecuencia y la diversidad de interferencia de cada repetición, tal como se muestra en la figura 9 para 2 repeticiones.

La figura 9 muestra la utilización de frecuencias diferentes para transmisión en cada intervalo de subtrama de bits de HARQ-ACK codificados, desde un UE, para dos repeticiones de un código de bloque, de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 Haciendo referencia a la figura 9, la subtrama de PUSCH incluye REs de HARQ-ACK para una primera repetición 910A, REs de HARQ-ACK para una segunda repetición 910B, REs de RS 920 y REs de datos 930. Los REs de HARQ-ACK son mapeados en torno a la RS en grupos de 4 REs, donde la posición de los REs en el primer intervalo para la primera repetición 940A y para la segunda repetición 940B se conmuta en el segundo intervalo para la primera repetición 950A y para la segunda repetición 950B.

50 Para transmisión de HARQ-ACK en el PUSCH, un UE determina el respectivo número de símbolos codificados Q' (velocidad de codificación nominal), tal como se muestra en la ecuación (5).

$$Q' = \min \left( \left[ \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{Q_m \cdot R} \right], 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right) \quad \dots (5)$$

Debido a que la carga útil de información de HARQ-ACK está fijada a O bits, el número de símbolos en Q' codificados determina la velocidad de codificación nominal de las transmisiones de HARQ-ACK, que es inversamente proporcional al MCS de la transmisión de datos, dado que éste está determinado por  $Q_m \cdot R$ .

- 5 Alternativamente, para simplificar la operación de codificación en el transmisor de UE y la operación de decodificación en el receptor del nodo B, y para evitar las pérdidas por perforación asociadas al aumento de la

velocidad de codificación para un código de bloques con longitud reducida (si  $\lceil O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O) / (Q_m \cdot R) \rceil < 32$ ), puede definirse un número entero de repeticiones para el código de bloque de (32, O) solamente si la velocidad de codificación nominal es mayor que una velocidad de codificación máxima predeterminada. A continuación, el UE determina el número de repeticiones R para los bits de UCI (HARQ-ACK o RI) codificados, tal como se muestra en la ecuación (6).

- 10

$$R = \min \left( \left[ \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{R \cdot 32} \right], \frac{4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m}{32} \right) = \min \left( \left[ \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{32 \cdot R} \right], \frac{M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m}{8} \right) \quad \dots (6)$$

En la ecuación (6),  $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$  depende del número de bits de HARQ-ACK transmitidos. Se asume que no se alcanza el número máximo de  $4 \cdot M_{sc}^{PUSCH}$  REs disponible para multiplexación de HARQ-ACK en el PUSCH.

- 15 Pueden definirse valores diferentes de  $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$  para valores diferentes de O, o pueden definirse unos pocos valores de  $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$  para un conjunto de valores de O. Dado que O está predeterminado a través de

configuración RRC, por ejemplo  $O = M_1 + N_1$ ,  $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$  puede determinarse asimismo a través de configuración RRC, y  $\beta_{offset}^{PUSCH}(O) = \beta_{offset}^{PUSCH}$ .

- 20 Para transmisión de HARQ-ACK, como la velocidad de un código de bloque depende del número de bits de HARQ-ACK transmitidos, incluso si un UE transmite siempre un número máximo de bits de HARQ-ACK correspondiente a todas las CCs del DL, las diferencias en la fiabilidad de la recepción debidas a diferencias en la velocidad de un código de bloque son reflejadas mediante la dependencia de  $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}(O)$  con el número de bits de HARQ-ACK transmitidos. A diferencia de la transmisión convencional de 1 bit de HARQ-ACK utilizando codificación de

repetición, la dependencia no es lineal (es decir,  $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}(O) \neq O \cdot \beta_{offset}^{HARQ-ACK}(1)$ ), dado que las diferencias en la fiabilidad de la recepción debidas a cambios en la velocidad de codificación no son lineales. Para mayor

- 25 simplicidad, los diferentes valores consecutivos para O pueden mapearse al mismo valor de  $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}(O)$ .

- 30 La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra un método de multiplexación de diferentes cargas útiles (bits de número o de información) de HARQ-ACK (o RI) en un PUSCH acorde con una realización de la presente invención. Específicamente, la figura 10 muestra funcionalidades del transmisor del UE y el receptor del nodo B cuando se multiplexan diferentes cargas útiles de HARQ-ACK en un PUSCH.

Haciendo referencia a la figura 10, en la etapa 1010 se determina si el número de bits de HARQ-ACK es  $O > 2$ . Si el número de bits de HARQ-ACK no es  $O > 2$ , el respectivo método convencional (código de repetición o código

simple) se utiliza para la transmisión de HARQ-ACK en la etapa 1020. Sin embargo, si el número de bits de HARQ-ACK es  $O > 2$ , los bits de HARQ-ACK son codificados utilizando el código de bloque de RM (32, O) en la etapa 1030.

5 En la etapa 1040, asumiendo 2 bits de HARQ-ACK por símbolo modulado (modulación QPSK), los 32 bits HARQ-ACK codificados (se asume que la velocidad de código se reduce desde su valor nominal para acomodar por lo menos 1 repetición para 32 bits codificados) se dividen en 4 cuádruplos, que a continuación son situados en 4 REs en los 4 símbolos DFT-S-OFDM después de los 2 símbolos de RS en la subtrama de transmisión PUSCH, en la etapa 1050. Si las condiciones de determinación del número de símbolos codificados de HARQ-ACK indican repeticiones adicionales en la etapa 1060, la etapa 1050 se repite utilizando REs adicionales. Sin embargo, cuando  
10 no existen repeticiones adicionales en la etapa 1060, el proceso para ubicar los bits de HARQ-ACK en el PUSCH se completa en la etapa 1070.

15 Después de que ha sido aplicada la codificación y asignación de recursos de los bits de HARQ-ACK, tal como se describe en la figura 10, pueden utilizarse aparatos, tal como los descritos anteriormente en relación con la figura 2 y la figura 3, para la transmisión y recepción de los bits de HARQ-ACK. Por consiguiente, en el presente documento no se proporcionará una descripción repetitiva.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se selecciona un único PUSCH entre múltiples PUSCH durante la misma subtrama en diferentes CCs de UL, para multiplexación de la UCI. Considerando S transmisiones de PUSCH sin multiplexación espacial con un respectivo MCS de  $\{MCS(1), MCS(2), \dots, MCS(S)\}$ , un primer enfoque considera que el UE selecciona la transmisión PUSCH con el MCS mayor para multiplexación de la UCI. Por lo

20 tanto, la UE transmite la UCI en las CCs de UL obtenidas como 
$$s = \arg \max_{j=1, \dots, S} \{MCS(j)\}.$$

La figura 11 muestra una sección de un solo PUSCH entre múltiples PUSCH, para multiplexación de UCI de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 Haciendo referencia a la figura 11, un UE de referencia tiene 3 transmisiones PUSCH en una subtrama en 3 respectivas CCs de UL, CC1 1110 de UL con modulación QPSK y velocidad de código de  $r = 1/2$ , CC2 1120 de UL con modulación QAM16 y velocidad de código de  $r = 1/2$  y CC3 1130 de UL con modulación QAM16 velocidad de código de  $r = 1/3$ . Dado que la transmisión de PUSCH en la CC2 de UL tiene la mayor MCS (mayor eficiencia espectral), el UE multiplexa la UCI en la transmisión de PUSCH en la CC2 1140 del UL.

30 La ventaja de seleccionar solamente un único PUSCH para multiplexación de UCI es que proporciona una sola solución independientemente del número de transmisiones PUSCH que puede tener un UE en una sola subtrama y se adapta naturalmente a la codificación conjunta de todos los bits de HARQ-ACK. Eligiendo la transmisión PUSCH con el MCS mayor, se consigue la mejor fiabilidad para transmisión de la UCI, dado que habitualmente cuanto mayor es el MCS mejor es la calidad del enlace.

35 Además, elegir un único PUSCH minimiza el impacto de los casos de error que pueden producirse si el UE pierde formatos DCI que planifican transmisiones PUSCH. Cuando un nodo B y un UE tiene comprensiones diferentes del PUSCH seleccionado con el MCS máximo, por ejemplo, debido a que el UE ha perdido el formato DCI que planifica el PUSCH con el MCS máximo, el nodo B puede detectar la ausencia de dicha transmisión y puede determinar que la UCI está incluida en la primera transmisión PUSCH con el mayor MCS que detecta el nodo B. Si múltiples transmisiones PUSCH tienen el mismo MCS máximo, la transmisión PUSCH seleccionada puede ser en una CC de UL predeterminada tal como, por ejemplo, en la CC de UL con el índice menor, dado que estos índices de CC del UL  
40 son configurados para el UE por el nodo B.

De acuerdo con otra realización de la invención, un UE selecciona para multiplexación de UCI una transmisión de PUSCH que minimiza la cantidad relativa de REs de datos que han de sustituirse por REs de UCI. Si el UE tiene S transmisiones PUSCH en una subtrama dada y el número respectivo de REs requeridos para la multiplexación de UCI en el PUSCH es de  $O(s)$ ,  $s = 1, \dots, S$ , entonces el UE puede seleccionar para multiplexación de UCI el PUSCH  
45 que minimiza la relación de utilidad  $U(s)$  que se muestra en la ecuación (7).

$$U(s) = \frac{O(s)}{N_{sym}^{PUSCH}(s) \cdot M_{sc}^{PUSCH}(s)}, \quad s = 1, \dots, S$$

En la ecuación (7),  $M_{sc}^{PUSCH}(s) = M_{PUSCH}(s) \cdot N_{sc}^{RB}$  es el número de REs asignados a la transmisión PUSCHs y

$$N_{symb}^{PUSCH}(s) = 2 \cdot (N_{symb}^{UL} - 1) - N_{SRS}(s)$$

es el número de símbolos en la transmisión PUSCHs disponibles para transmisión de datos (con  $N_{SRS}(s) = 1$ , si se utiliza un último símbolo de subtrama para transmisión de la SRS, y  $N_{SRS}(s) = 0$  en caso contrario). La ventaja de este enfoque es que se minimiza el impacto de la perforación de datos o de la adaptación de velocidad, debida a la utilización de la UCI, sobre la fiabilidad de la recepción de datos. Por ejemplo, para la misma BLER objetivo,  $Q_m$  por transmisión PUSCH, si un UE tiene una primera transmisión PUSCH sobre 20 RBs con velocidades de código de datos de 1/2 y una segunda transmisión de PUSCH sobre 5 RBs con velocidad de código de datos de 5/8, la selección de la primera transmisión PUSCH conducirá a un número menor de REs relativos para multiplexación de UCI, aunque la selección de la segunda transmisión de PUSCH (MCS máximo) minimiza el número absoluto de REs necesarios para multiplexación de la UCI. Lo anterior puede estar condicionado además por los recursos de UCI requeridos que estén disponibles (por ejemplo, no alcanzando el número máximo de REs en torno a los símbolos de RS de DM para la transmisión de HARQ-ACK).

De acuerdo con otra realización de la invención, un nodo B puede seleccionar dinámicamente el PUSCH para multiplexación de UCI incluyendo un IE de 1 bit en el formato DCI que planifica cada transmisión de PUSCH, para indicar si debería o no multiplexarse una UCI en un PUSCH respectivo. Cuando el UE pierde el formato DCI que indica al PUSCH la multiplexación de la UCI, el UE puede volver a elegir el PUSCH con un MCS mayor o el que minimiza a la carga global relativa de la UCI. Lo mismo aplica si no existe ningún formato DCI asociado con la transmisión PUSCH tal como, por ejemplo, para retransmisiones HARQ no adaptativas síncronas o transmisiones PUSCH semi-persistentes.

La figura 12 muestra una inclusión de un IE de "multiplexación de UCI" en un formato DCI que planifica una transmisión de PUSCH.

Haciendo referencia a la figura 12, para la transmisión de PUSCH 1210, el IE 1220 de "multiplexación de UCI" en el formato DCI asociado indica si el UE deberá 1230 o no 1240 incluir su transmisión de UCI en el PUSCH.

En lugar de introducir explícitamente un IE para indicar si un UE debería incluir la UCI en su transmisión PUSCH, puede utilizarse un IE existente en el formato DCI de planificación de la transmisión PUSCH para llevar a cabo implícitamente dicha funcionalidad. Por ejemplo, se asume que el formato DCI contiene un IE de indicador de desplazamiento cíclico (CSI) para informar al UE del desplazamiento cíclico (CS) a aplicar a la transmisión de la RS en el PUSCH. Un valor de la CSI puede estar reservado de manera que cuando es señalado en el formato DCI, indica asimismo la inclusión de la UCI en el PUSCH. Pueden utilizarse además con el mismo propósito los valores de otros IE de formato DCI o su combinación. El proceso de la figura 12 puede aplicarse de nuevo (se omite la ilustración adicional para mayor brevedad) con la excepción de que en lugar de examinar el valor de un IE de "multiplexación de UCI", el UE examina si el IE de CSI existente tiene un valor predeterminado y en ese caso, incluye la UCI en la transmisión de PUSCH.

De acuerdo con otra realización de la invención, a falta de transmisión de PUSCH, se utiliza siempre la misma CC de UL (CC principal del UL) mediante el UE para transmitir la UCI en el PUCCH. La CC principal del UL (PCC de UL) puede ser asimismo la CC de UL por defecto para multiplexación de la UCI en el PUSCH, cuando existe una transmisión PUSCH en la PCC de UL. En otro caso, el UE puede volver a otros medios para elegir el PUSCH (tal como utilizar una de las métricas descritas previamente o utilizar un orden predeterminado en base a los índices de CCs del UL, tal como se ha descrito anteriormente). Una ventaja de utilizar la transmisión PUSCH (cuando existe) en la PCC de UL para transportar la UCI se produce si un UE está configurado para transmitir alguna UCI (tal como CQI/PMI) en el PUCCH y al mismo tiempo alguna otra UCI (tal como HARQ-ACK) en el PUSCH. Utilizando transmisiones en la misma CC de UL (la PCC de UL) para transportar la UCI en el PUSCH y en PUCCH, se minimiza el impacto de productos de inter-modulación y del posible requisito de reducción de potencia en la transmisión de la UCI.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se aplica TxD a la transmisión de UCI en un PUSCH.

La figura 13 muestra STBC para la transmisión de HARQ-ACK en un PUSCH, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 13, en general, se asume que el número de REs de HARQ-ACK es par y, en particular, asumiendo modulación de tipo QPSK y el código de bloque (32, 0), el número de REs de HARQ-ACK es un múltiplo de 16 (= 32/2). La primera antena de UE transmite la estructura 1310 y la segunda antena de UE transmite la estructura 1320. El UE aplica STBC para la transmisión de los símbolos de HARQ-ACK modulados 1330 procedentes de la primera antena, y aplica STBC para la transmisión de los símbolos HARQ-ACK modulados 1340

procedentes de la segunda antena. El UE puede o no aplicar STBC para la transmisión de los datos de información 1350.

5 La transmisión de RS en cada uno de los dos intervalos desde la primera antena, RS11 1360A y RS12 1360B, es ortogonal a la transmisión de RS en cada uno de los dos intervalos desde la segunda antena, RS21 1370A y RS22 1370B. Por ejemplo, RS11 1360A y RS21 1370A pueden utilizar CS diferentes. RS12 1360B y RS22 1370B pueden utilizar asimismo CS diferentes. El UE puede determinar el CS para RS11 1360A a partir del IE de CSI en el formato DCI o mediante la señalización RRC desde el nodo B. El CS para la RS21 1370A puede determinarse implícitamente a partir del CS para la RS11 1360A (por ejemplo, el CS para la RS21 1370A puede ser aquel con la distancia máxima desde el CS para la RS 11).

10 El aparato del UE para la transmisión desde la primera antena es tal como el mostrado en la figura 2. El aparato para la transmisión desde la segunda antena es asimismo tal como el descrito en la figura 2, con la excepción de que los símbolos de HARQ-ACK modulados son tal como en la figura 13.

15 El aparato receptor del nodo B es tal como el mostrado en la figura 3 (para los bits de HARQ-ACK) con la excepción de que el proceso de recepción de STBC aplica tal como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, para una antena receptora de nodo B de referencia, si  $h_j$  es la estimación de canal para la señal transmitida desde la  $j$ -ésima antena de UE,  $j = 1, 2$ , e  $y_k$  es la señal recibida en el símbolo DFT-S-OFDM  $k$ -ésimo,  $k=1, 2$ , la decisión para un par de

símbolos de HARQ-ACK  $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]$  (antes de la descodificación) es según  $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]^T = H^H [y_k, y_{k+1}]^T$ , donde  $[ ]^T$

$$H^H = \begin{bmatrix} h_1^* & -h_2 \\ h_2^* & h_1 \end{bmatrix} / \sqrt{(|h_1|^2 + |h_2|^2)}$$

indica la traspuesta de un receptor y

20 El TxD STBC puede o no aplicar otros tipos de UCI o la información de datos. Por ejemplo, el TxD STBC puede aplicar al RI tal como al HARQ-ACK debido a que el RI se transmite siempre en un número par de símbolos DFT-S-OFDM. Sin embargo, el TxD STBC puede no aplicar para el CQI o para la información de datos cuya existencia, debido a una potencial transmisión de la SRS, en general no puede asegurarse en un número par de símbolos DFT-S-OFDM.

25 El número de recursos (símbolos codificados) utilizados para la transmisión de un tipo de UCI en el PUSCH puede depender asimismo de la utilización de TxD. Por ejemplo, debido a que TxD mejora habitualmente la fiabilidad de la recepción de la información respectiva, se requieren menos recursos para satisfacer la fiabilidad requerida para el tipo de UCI. Para la determinación de los recursos de UCI en el PUSCH cuando se aplica a la transmisión de la UCI

un método TxD particular, tal como STBC, puede aplicarse un conjunto diferente de valores de  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  para el tipo de UCI correspondiente. Este conjunto de valores de  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  puede definirse explícitamente, tal como para el caso sin TxD, o bien puede derivarse implícitamente a partir del conjunto de valores de  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  sin TxD. Por ejemplo, para derivación implícita, el conjunto de valores de  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  con TxD puede determinarse mediante el ajuste de escala del conjunto de valores de  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  sin TxD, en 2/3. Alternativamente, el nodo B puede simplemente configurar un valor de  $\beta_{offset}^{PUSCH}$  diferente cuando configura TxD para la transmisión del tipo de UCI.

35 Si bien la presente invención ha sido mostrada y descrita haciendo referencia a ciertas realizaciones de la misma, los expertos en la materia comprenderán que pueden realizarse en la misma diversos cambios en la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la presente invención, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

40 Se apreciará que las realizaciones de la presente invención pueden realizarse en forma de equipamiento físico, soporte lógico o una combinación de equipamiento físico y soporte lógico. Cualquier soporte lógico de este tipo puede almacenarse en forma de almacenamiento volátil o no volátil tal como, por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento tal como una ROM, sea o no borrable o regrabable, en forma de memoria tal como, por ejemplo, RAM, chips de memoria, circuitos del dispositivo o integrados, o en un medio legible óptica o magnéticamente tal como, por ejemplo, un CD, un DVD, un disco magnético o una cinta magnética o similares. Se apreciará que los

5 dispositivos de almacenamiento y los medios de almacenamiento son realizaciones de almacenamiento legible a máquina que son adecuadas para almacenar uno o varios programas que comprenden instrucciones que, cuando son ejecutadas, implementan realizaciones de la presente invención. Por consiguiente, las realizaciones dan a conocer un programa que comprende un código para implementar un sistema o un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones de esta especificación, y un almacenamiento legible a máquina que almacena dicho programa. Además, dichos programas pueden transportarse electrónicamente mediante cualquier medio, tal como una señal de comunicación transportada sobre una conexión cableada o inalámbrica, y las realizaciones abarcan adecuadamente los mismos.

10 A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones de esta especificación, las palabras "comprende" y "contiene" y las variaciones de las palabras, por ejemplo "que comprende", significan "incluye de forma no limitativa", y no pretenden excluir (y no lo hacen) otras fracciones, adiciones, componentes, enteros o etapas.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones de esta especificación, el singular abarca el plural salvo que el contexto requiera lo contrario. En concreto, cuando se utilice el artículo indefinido, debe entenderse que la especificación contempla el plural así como el singular, salvo que el contexto requiera lo contrario.

15 Debe entenderse que los aspectos, enteros, características, compuestos, fracciones químicas o grupos descritos con un aspecto, realización o ejemplo específicos de la invención, son aplicables a cualquier otro aspecto, realización o ejemplo descritos en el presente documento, salvo que sean incompatibles con los mismos.

20 Se apreciará asimismo que, a lo largo de la descripción y de las reivindicaciones de esta especificación, las expresiones de la forma general de "X para Y" (donde Y es alguna acción, actividad o etapa y X es algún medio para llevar a cabo dicha acción, actividad o etapa) abarcan medios X adaptados o dispuestos de manera específica, pero no exclusiva, para realizar Y.



**REIVINDICACIONES**

1. Un método para un equipo de usuario, UE, para transmitir a una estación base información de acuse de recibo en respuesta a la recepción de por lo menos un bloque de transporte, TB, en por lo menos una portadora asignada entre N portadoras asignadas (610, 612, 614, 720, 722, 724), en el que para cada portadora asignada el UE es asignado asimismo mediante la estación base a un respectivo modo de transmisión, TM, que determina el número máximo de TBs que puede recibir el UE en un canal físico compartido de enlace descendente, PDSCH, cuando éste es transmitido mediante la estación base en la respectiva portadora asignada, transmitiéndose la información de acuse de recibo junto con la información de datos en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 generar, mediante el UE, N + M bits de acuse de recibo (620, 622, 624, 730, 732);
- ordenar, mediante el UE, los N + M bits de acuse de recibo en una palabra de código de acuerdo con un orden de portadoras asignadas; y
- codificar y transmitir la palabra de código;
- 15 en el que M es el número de portadoras asignadas en las que es asignado al UE un TM que permite la recepción de un máximo de 2 TBs (610, 614, 720, 724), y
- en el que N-M es el número de portadoras asignadas en las que el UE es asignado a un TM que permite la recepción de 1 TB (612, 722).
2. El método según la reivindicación 1, en el que la estación base asigna a las portadoras (610, 612, 614, 720, 722, 724) un TM para cada portadora, y el orden de las portadoras asignadas mediante señalización de control de recursos radioeléctricos.
- 20 3. El método según la reivindicación 1, en el que el PDSCH se recibe solamente en un subconjunto de las portadoras asignadas (720, 722).
4. El método según la reivindicación 1, en el que el PDSCH que transporta un TB se recibe en una portadora asignada en la que el aparato de UE es asignado a un TM que permite la recepción de 2 TBs.
- 25 5. El método según la reivindicación 1, en el que se genera un acuse de recibo negativo para la información de acuse de recibo correspondiente al segundo TB de los 2 TBs.
6. Un aparato de equipo de usuario, UE, para transmitir información de acuse de recibo, estando asignado al aparato de UE, mediante una estación base, a un número de portadoras N (610, 612, 614, 720, 722, 724) y a un modo de transmisión, TM, para cada portadora, determinando el TM un número máximo de bloques de transporte, TBs, que puede recibir el aparato de UE en un respectivo canal físico compartido de enlace descendente, PDSCH, transmitido mediante la estación base en una portadora asignada, siendo la información de acuse de recibo en respuesta a una recepción de por lo menos un TB en por lo menos una portadora asignada y transmitiéndose junto con información de datos en un canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, comprendiendo el aparato:
- 30 un generador para generar N+ M bits de acuse de recibo (620, 622, 624, 730, 732);
- 35 una unidad de alineamiento para ordenar los N + M bits de acuse de recibo en una palabra de código, de acuerdo con un orden de las portadoras asignadas;
- un codificador para codificar la palabra de código de los N + M bits de acuse de recibo; y
- un transmisor para transmitir la información de acuse de recibo y la información de datos,
- 40 en el que M es el número de portadoras asignadas a las que el aparato del UE es asignado con un TM que permite la recepción de 2 TBs (610, 614, 720, 724), y N-M es el número de portadoras asignadas a las que el aparato del UE es asignado con un TM que permite la recepción de 1 TB (612, 722).
7. El aparato de UE según la reivindicación 6, en el que la estación base asigna a las portadoras (610, 612, 614, 720, 722, 724) un TM para cada portadora, y el orden de las portadoras asignadas mediante señalización de control de recursos radioeléctricos.

8. El aparato de UE según la reivindicación 6, en el que el PDSCH se recibe solamente en un subconjunto de las portadoras asignadas (720, 722).
9. El aparato de UE según la reivindicación 6, en el que el PDSCH que transporta un TB es recibido en una portadora asignada en la que el aparato de UE es asignado un TM que permite la recepción de 2 TBs.
- 5 10. El aparato de UE según la reivindicación 6, en el que se genera un acuse de recibo negativo para la información de acuse de recibo correspondiente al segundo TB de los 2 TBs.

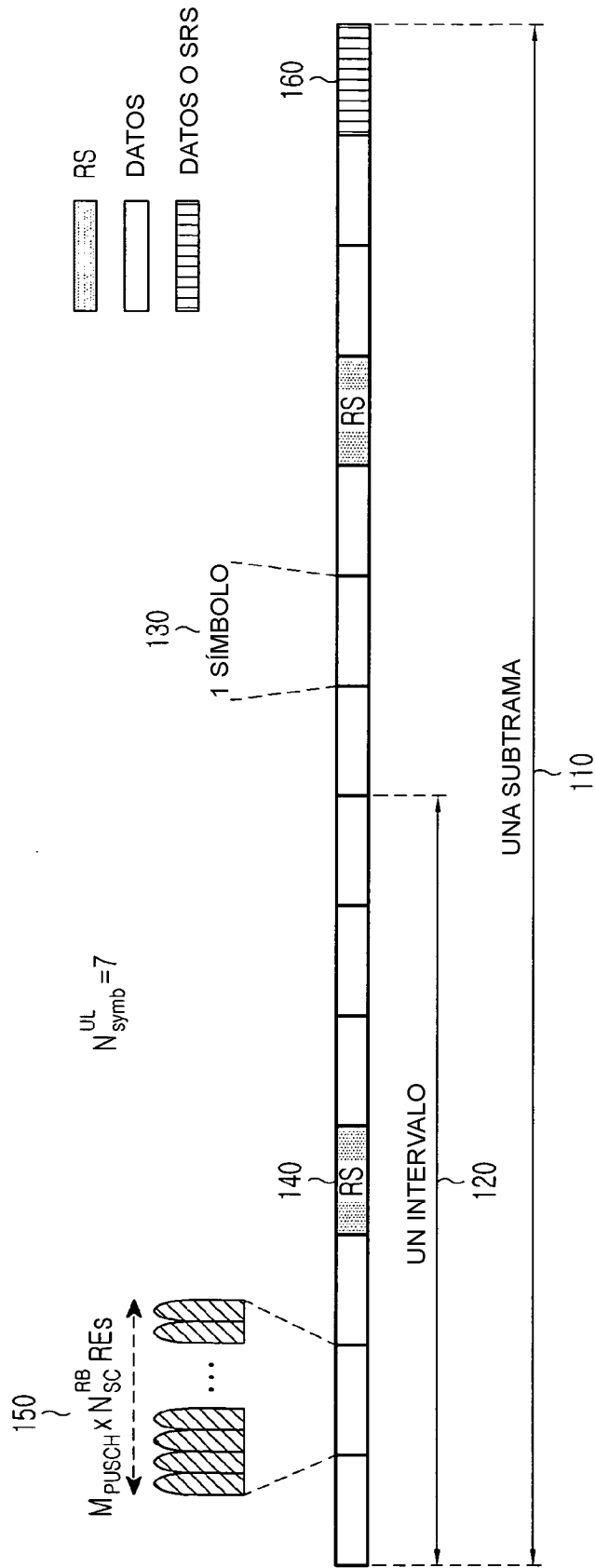


FIG.1

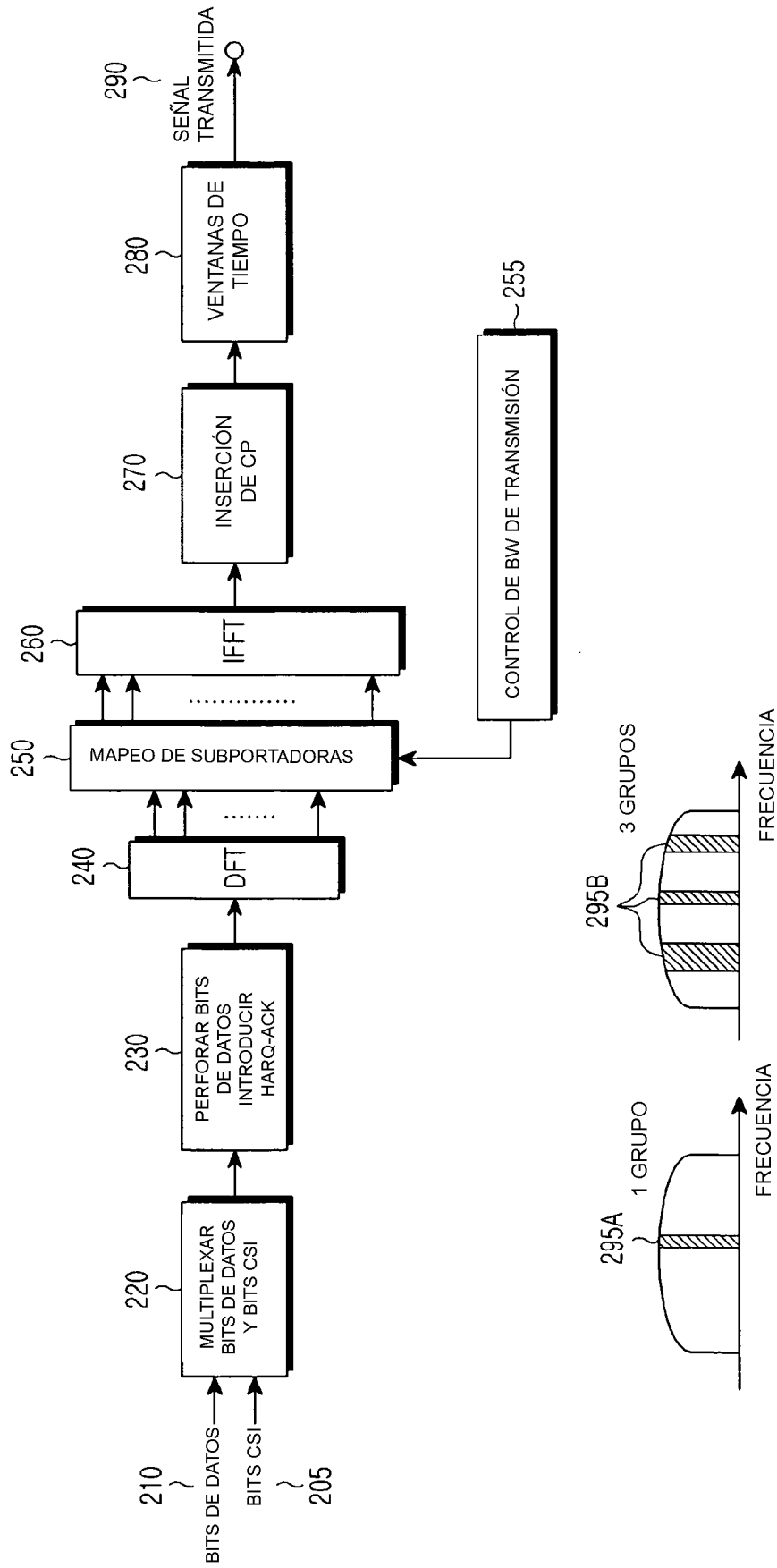


FIG.2

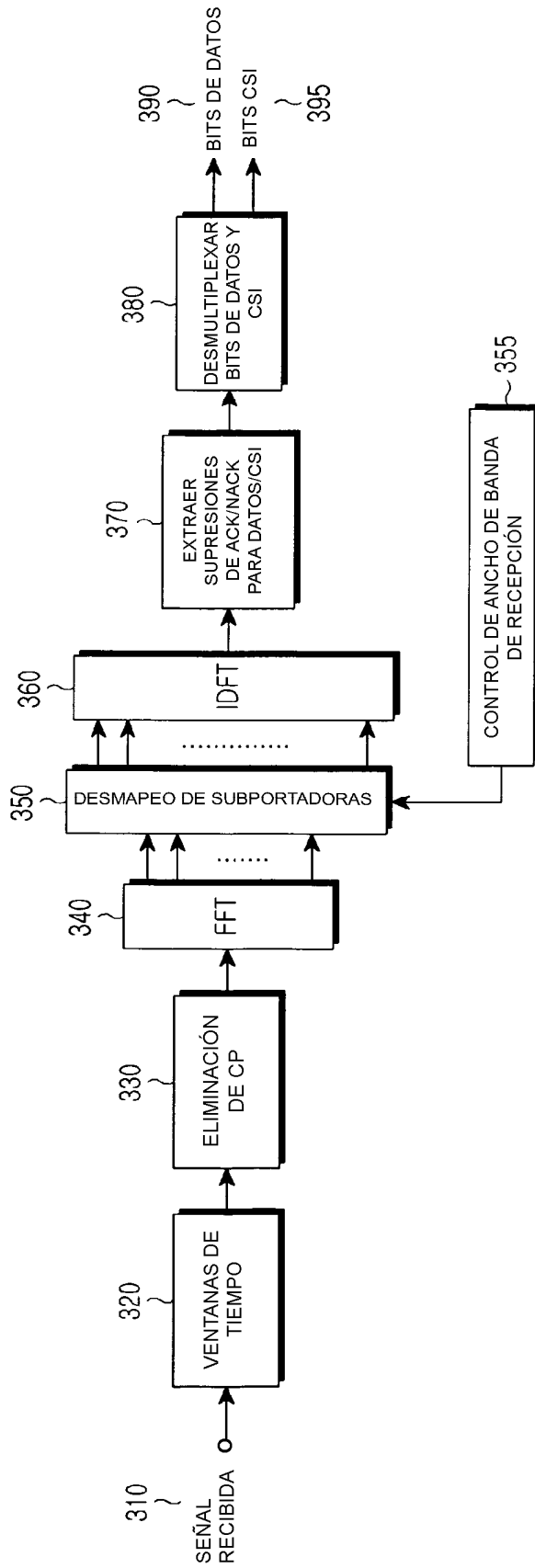


FIG.3

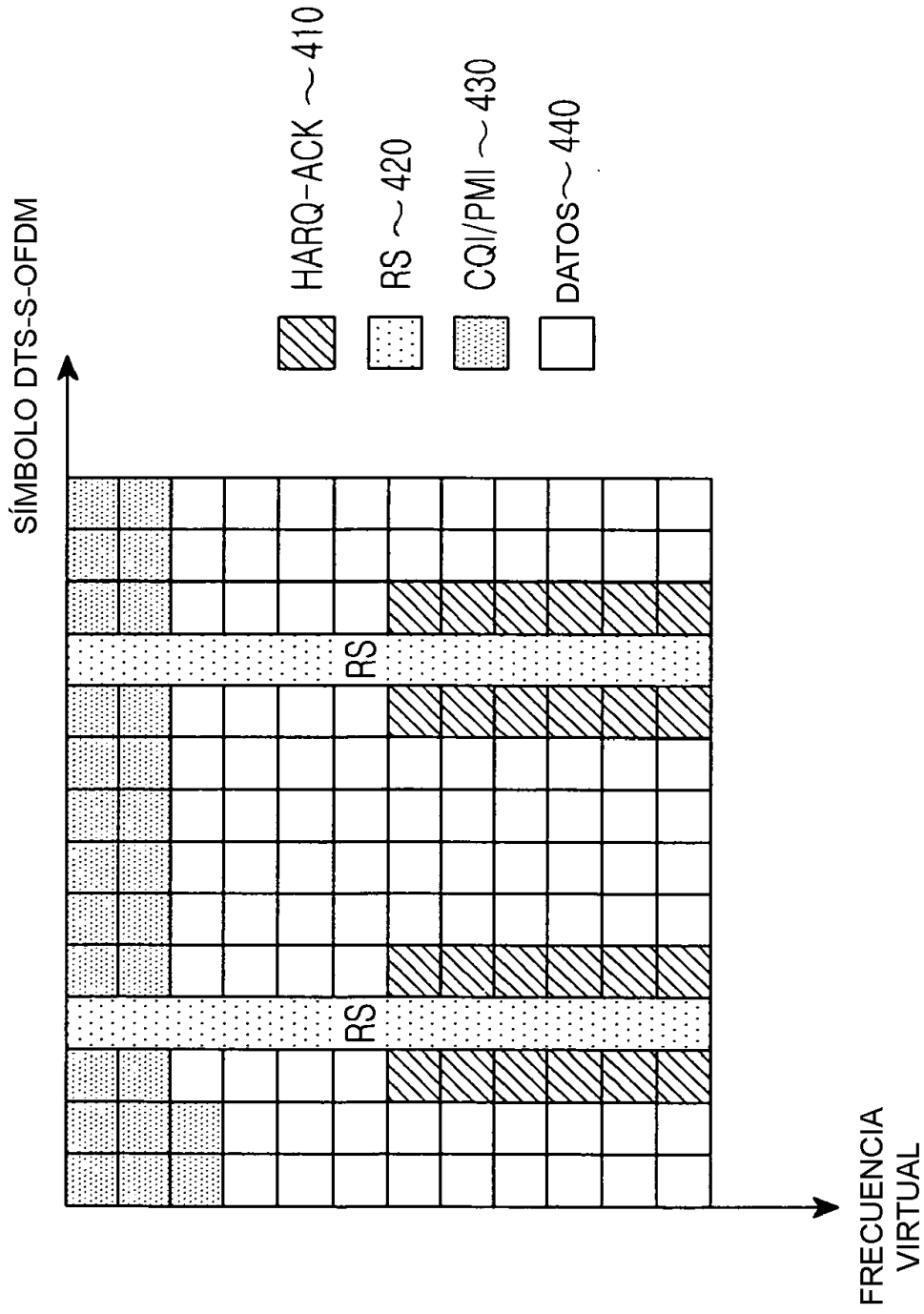


FIG.4

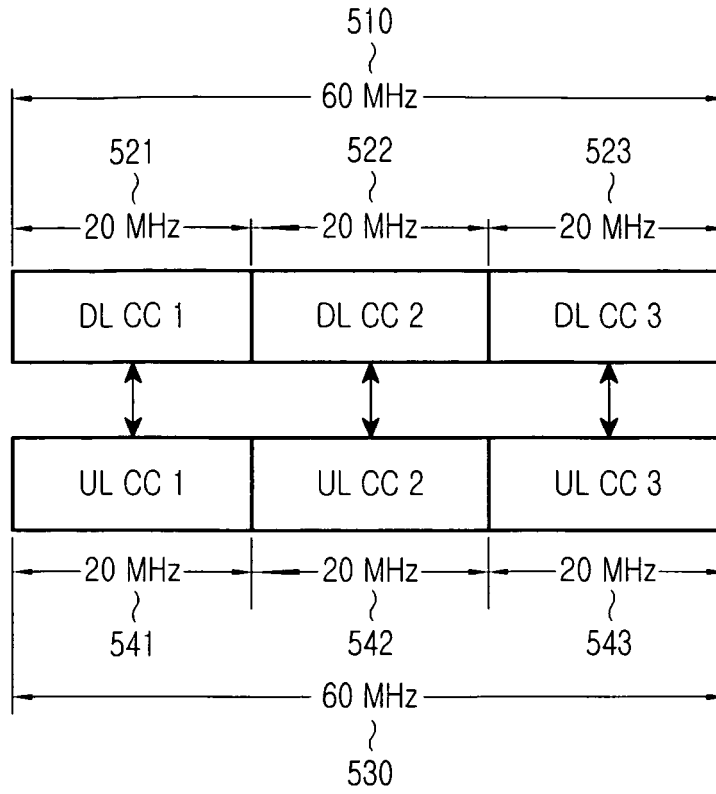


FIG.5

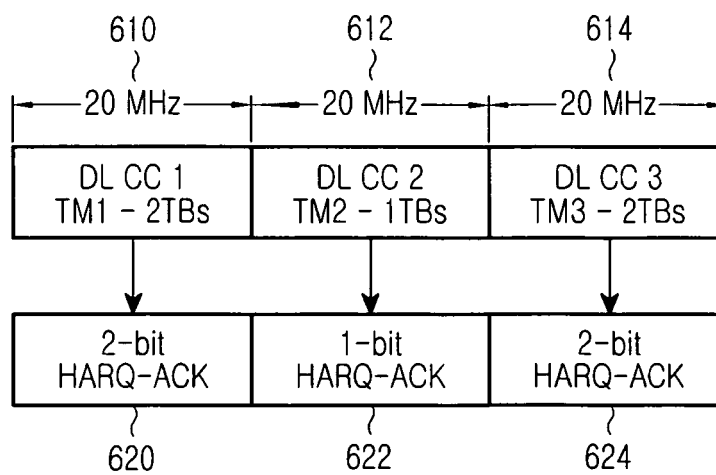


FIG.6

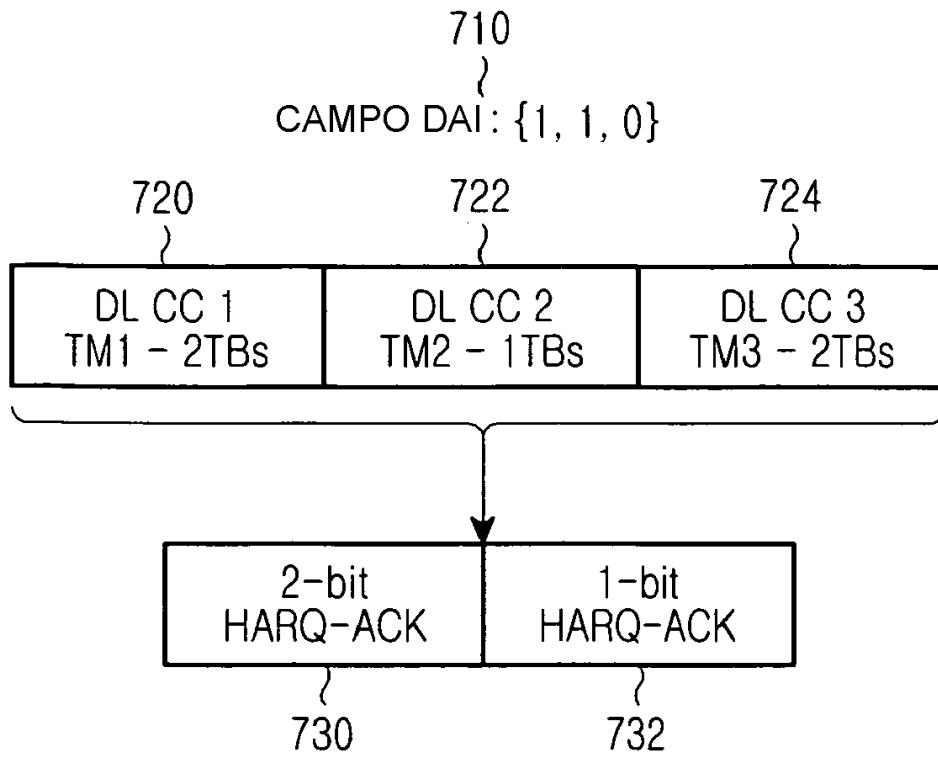


FIG.7



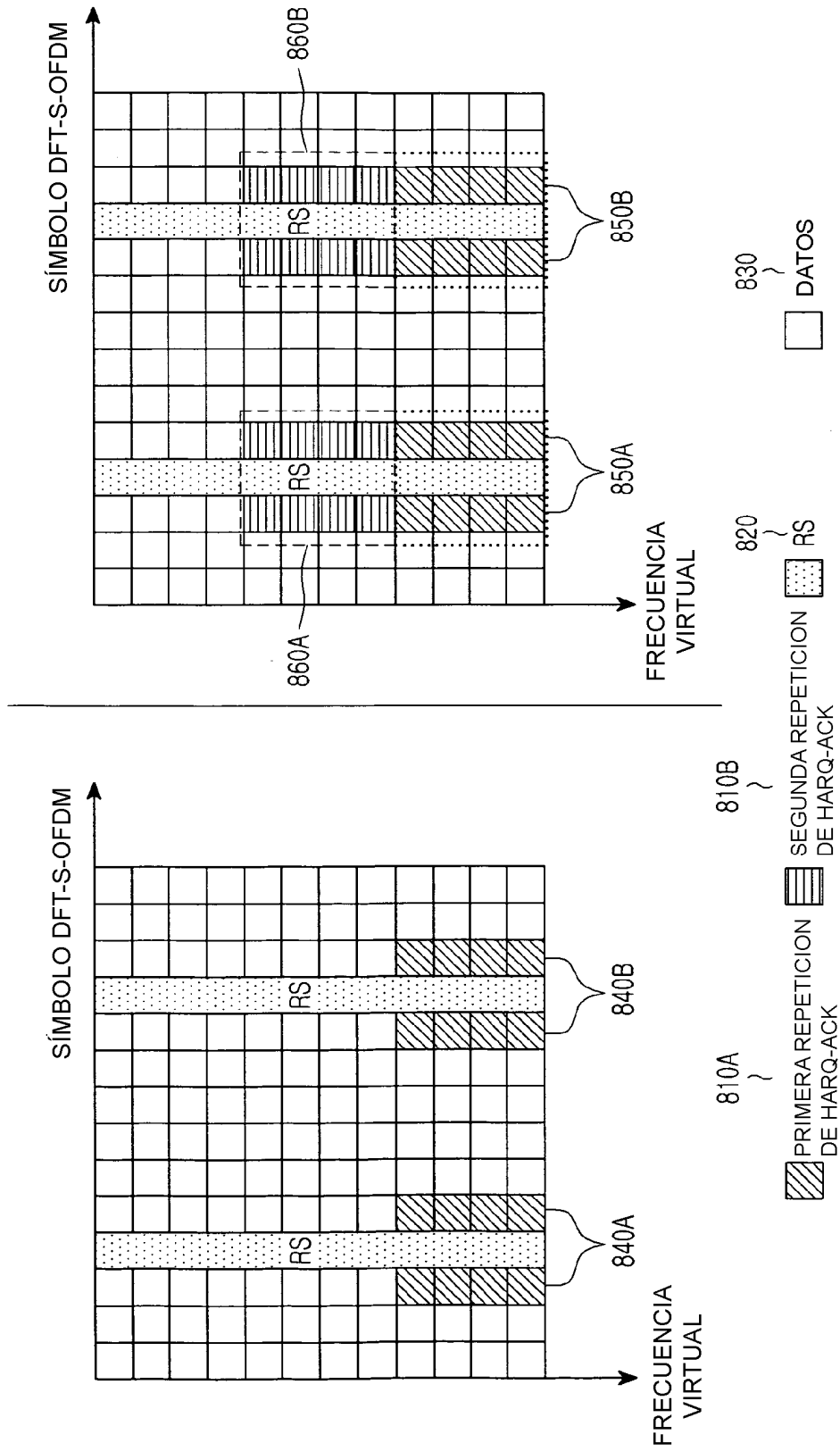


FIG.8

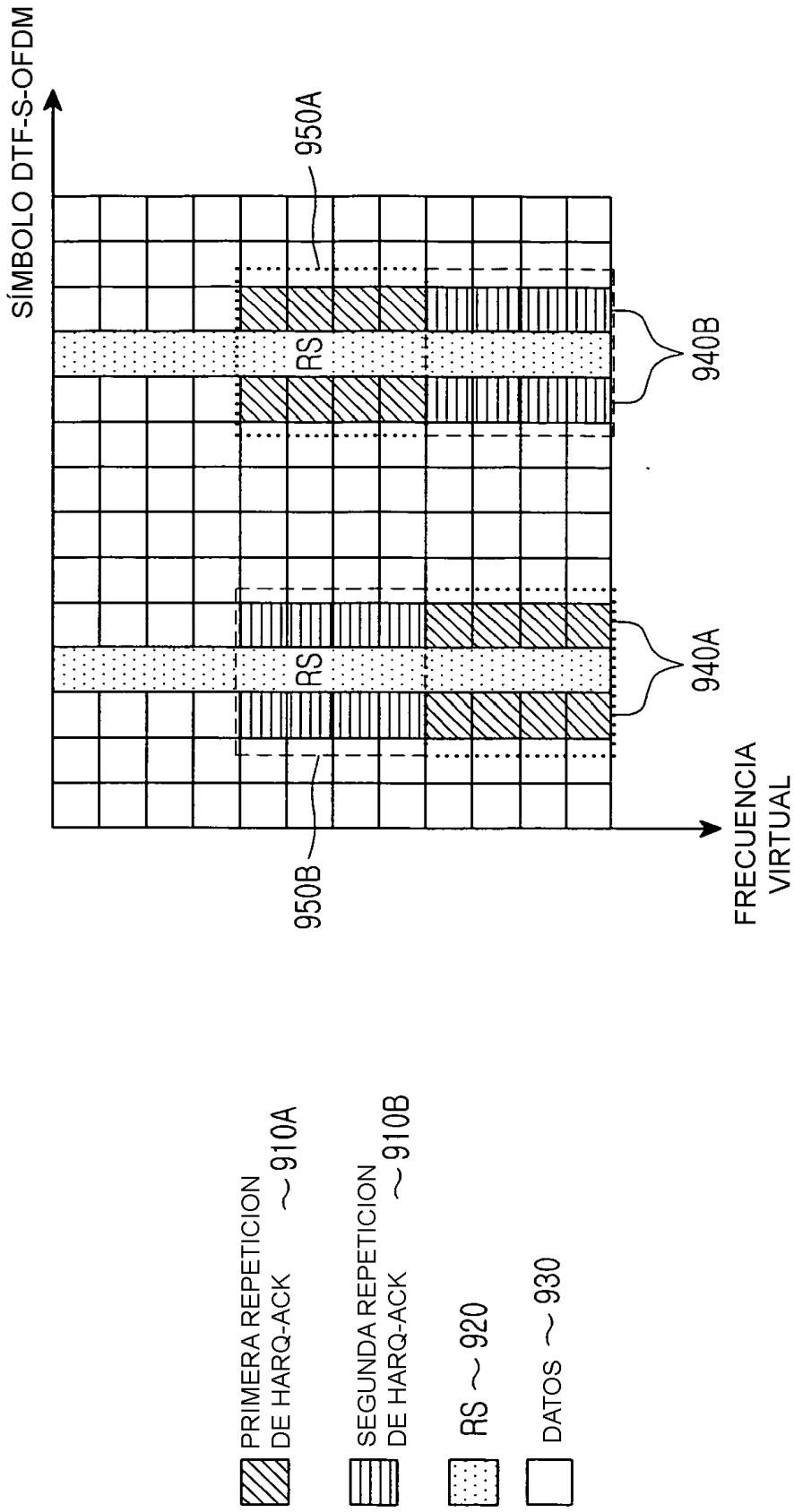


FIG.9

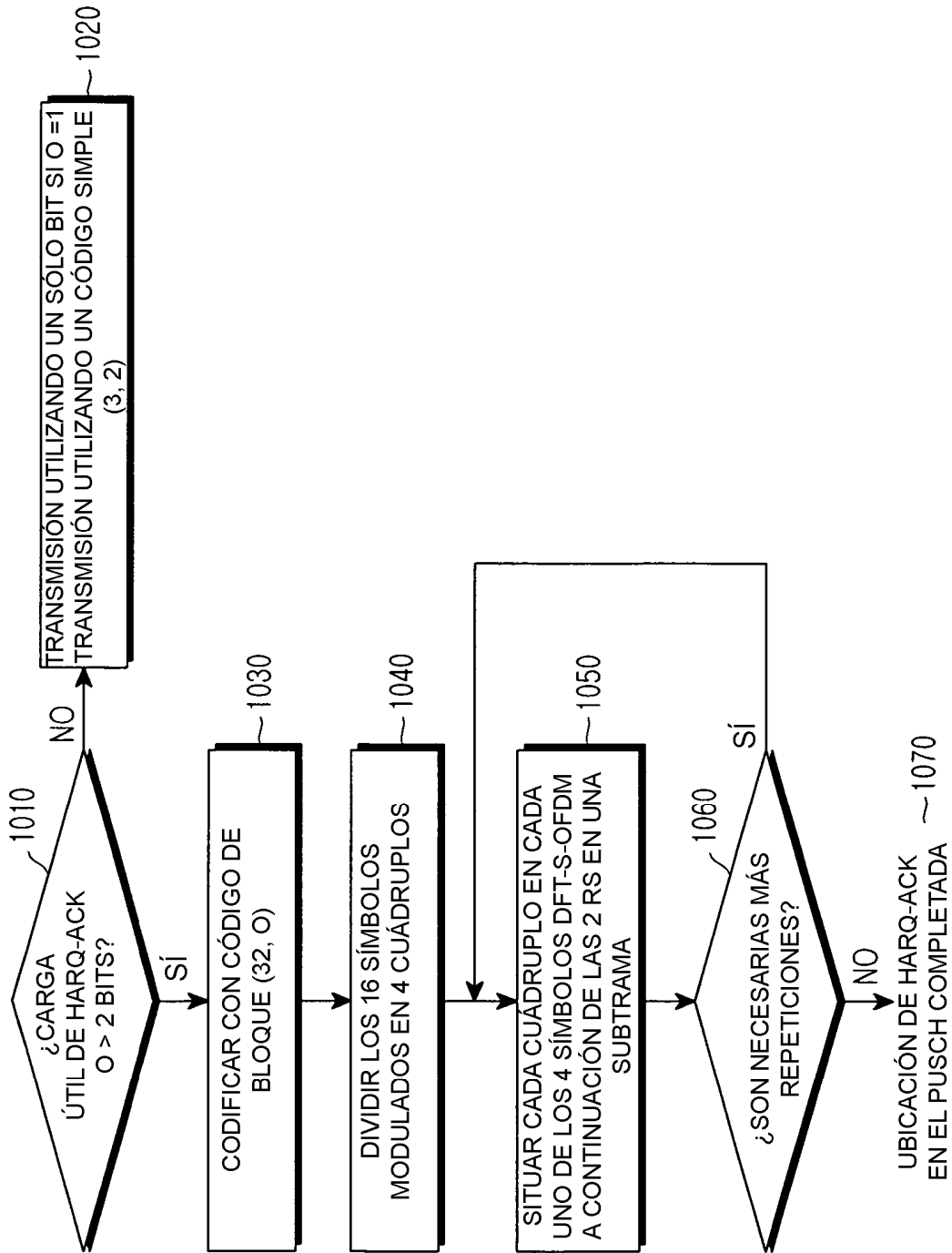


FIG.10

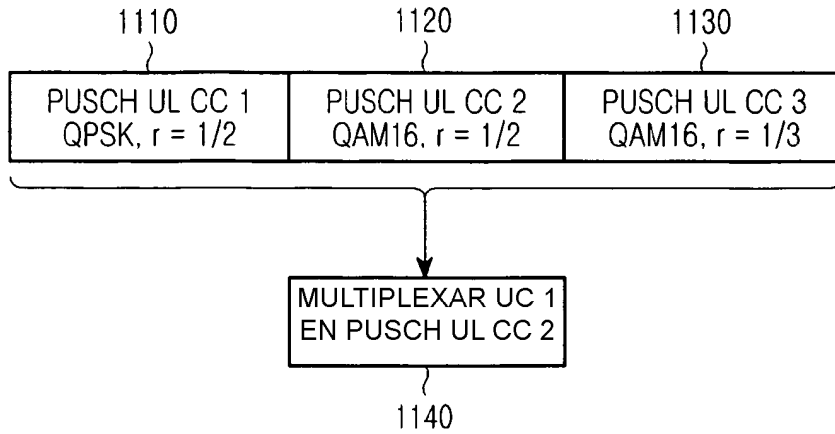


FIG.11

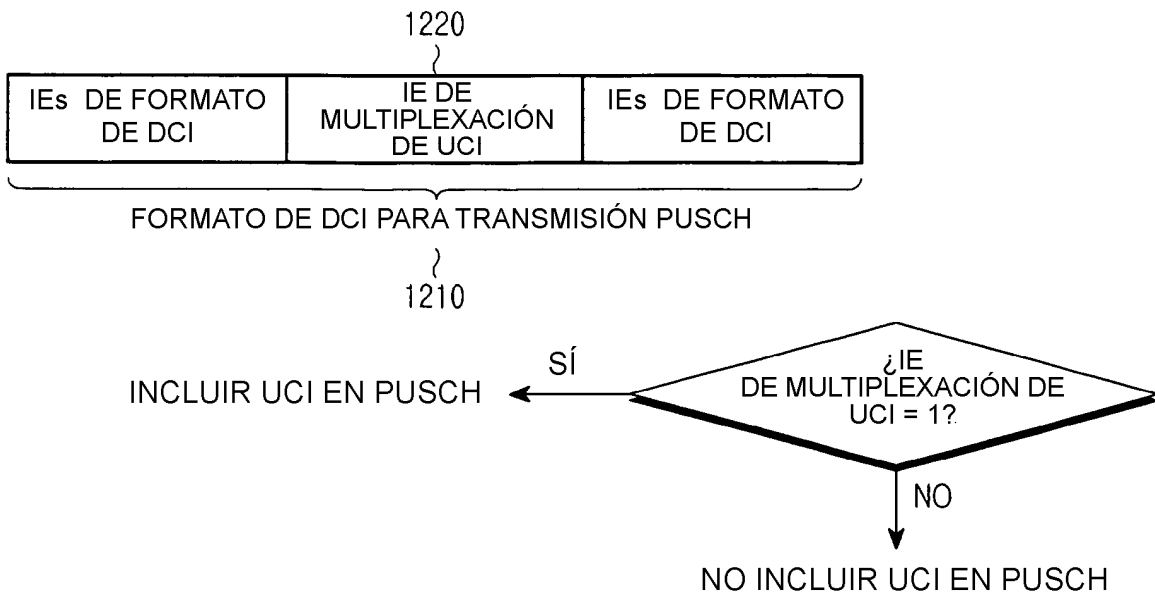


FIG.12

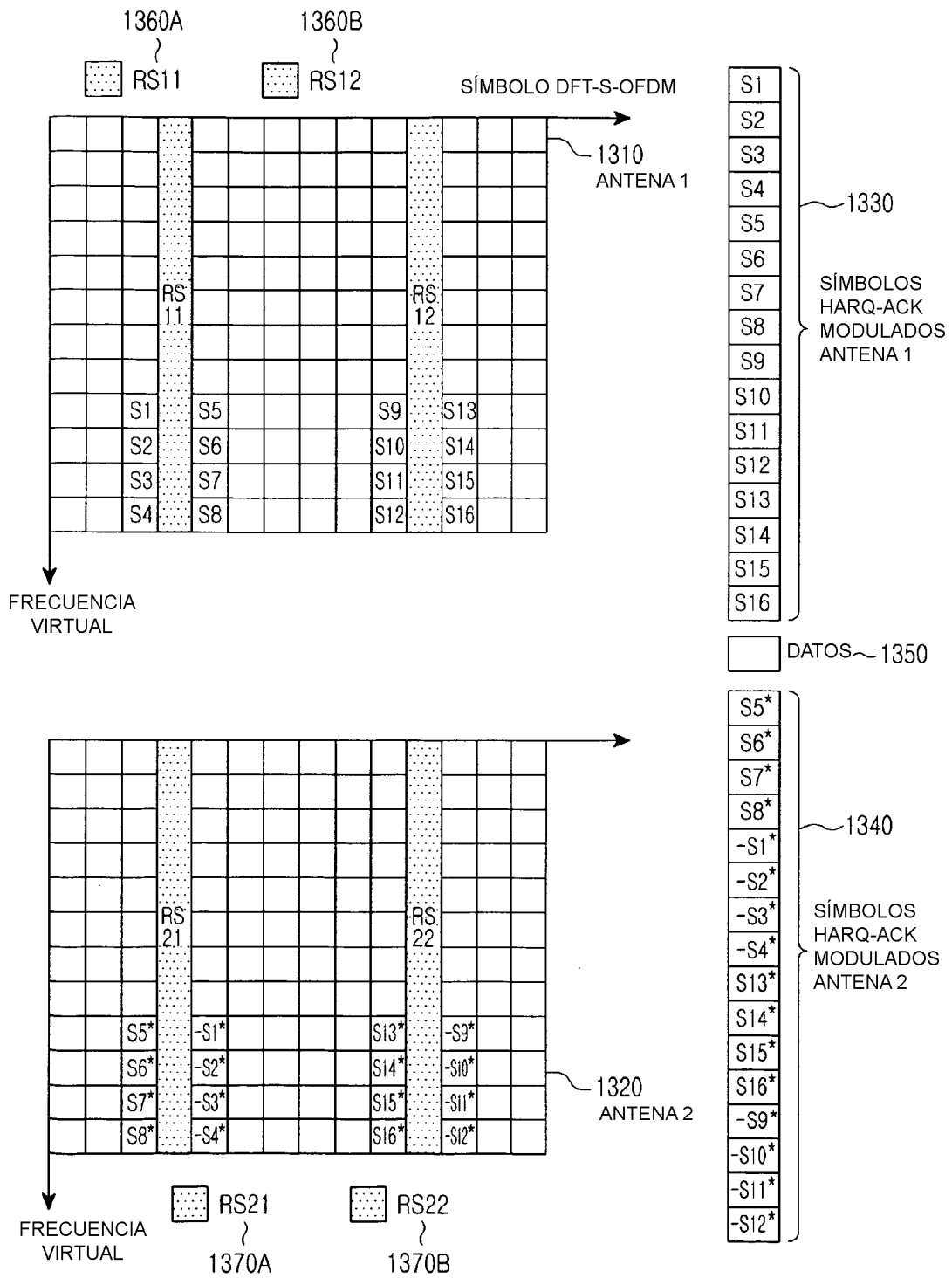


FIG.13